





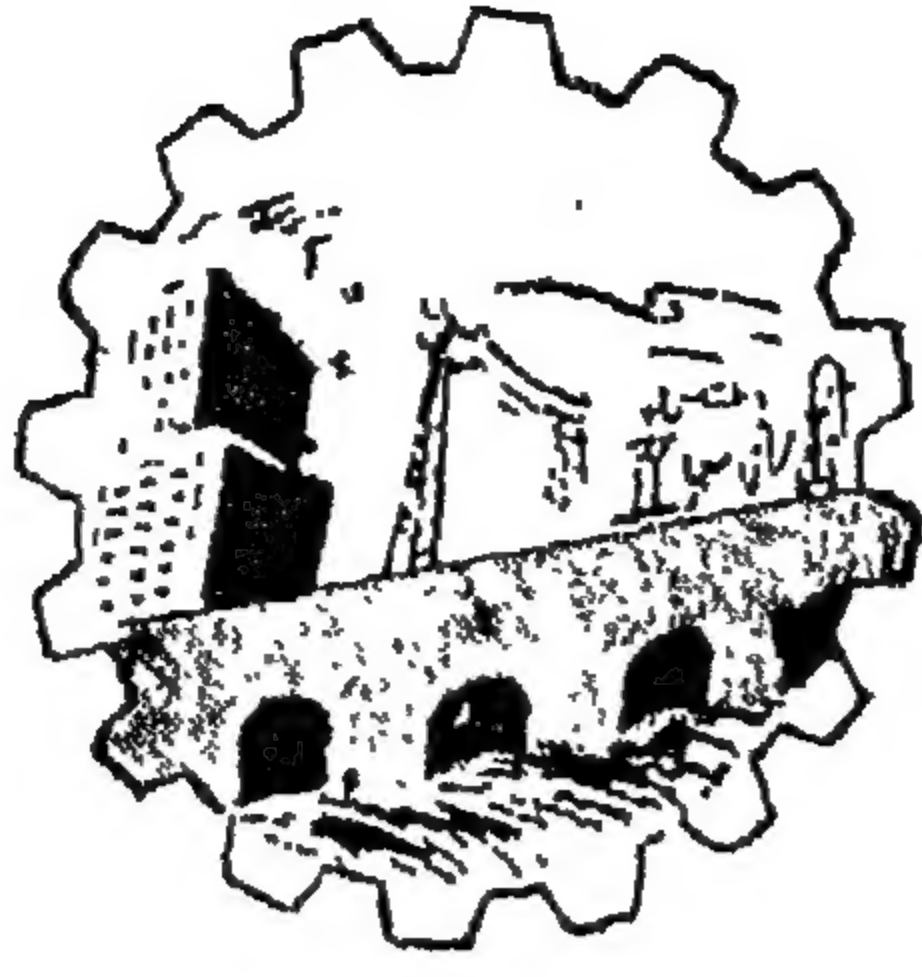


ESEN-CPS-BK-0000001070-ESE

00471251







مجلة

# جمعية المهندسين المصرية

---

العدد الأول	المجلد التاسع	يناير - فبراير - مارس ١٩٧٠
-------------	---------------	----------------------------

---

مقدم الإصدار بدار الكتب المصرية ١٩٧٠/٢٩٨







# مجلة جمعية المهندسين المصرية

مجلة علمية هندسية - تصدرها كل ثلاث شهور  
جمعية المهندسين المصريين بالقاهرة

السنة التاسعة العدد الاول يناير - فبراير - مارس ١٩٧٠

## محتويات هذا العدد

### القسم العربى

- ٧ — الدراسة النظرية عن المنشآت بالقطاعات المركبة من الأسبستوس والحرسانة للدكتور المهندس أحمد كمال لبيب  
١٩ — ملخص الموضوعات بالقسم الانجليزى

### القسم الفرنجى

- ٧ — حالة عدم استقرار شفة الانضغاط فى كمرة رقيقة الجدران مصنعة على شكل I تحت تأثير الانحناء الحالى ... ..  
١٣ — تحليل طرق تصميم المنشآت من الحرسانة المسلحة ... ..  
٢٧ — دراسات المياه الجوفية فى الجمهورية العربية المتحدة والجمهورية الليبية { للدكتور المهندس اسماعيل بسيوفى هزاع  
والدكتور المهندس محمد صبرى يوسف  
والسيد / عبد الفتاح محمد إسكنجى  
٣٦ — دراسة عن المضخات الطاردة المركبة ... ..  
٥٦ — الاستقرار تحت الظروف الحالية الثابتة لمراكز الأحمال بنائى { للدكتور المهندس حمدى الشاعر  
والمهندس يحيى أبو علم  
٦١ — دراسة القطاعات المركبة سابقة الإجهاد ... ..



# بيانات

## مقر المجلة جمعية المهندسين المصرية ٢٨ شارع راسيوس بالقاهرة تليفون: ٥٢١٠٦

- جميع أعضاء جمعية المهندسين مشتركون في المجلة بحكم عضويتهم
- الاشتراك السنوي لغير الأعضاء: ٦٠ ج. للمهندسين ١٠٠ ج. للهيئات
- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بجمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
- ترهب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية وأى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسؤولة عن الآراء التى تنشر بها وتعتبر عن رأى كاتبها فقط.

الاعلانات  
مؤسسة مطر للطباعة والنشر

القاهرة: ١٩ شارع سوق التوفيقية تليفون: ٥٩١٠٩



## لجنة التحرير

رئيس التحرير الأستاذ الدكتور أحمد علي العربيان

الأستاذ الدكتور	أسامة الخولي	أميناء التحرير
المهندس	عزالدين فخر	
الأستاذ الدكتور	محمد فهمي صقر	
المهندس	مدحت العالاي	
الأستاذ الدكتور	يحيى العجماوي	

أمين الصندوق المهندس ابراهيم عساف







الدراسة النظرية عن :  
**المنشآت في القطاعات المركبة**  
من الاسبستوس والخرسانة  
للككتور المهندس أحمد كمال لبيب

مقدمة :

حققت صناعة منتجات الأسبستوس في الجمهورية العربية المتحدة تقدماً كبيراً وأصبحت المنتجات على درجة عالية من الكفاءة وأهمها الألواح المسطحة والمضلة والمواسير .

وينتج حالياً مقاسات مختلفة من الألواح تصل إلى ٣,٠٠ متر طولاً في اتجاه الألياف و ١,٢٥٠ متر عرضاً عمودياً عليها و ٢٥ ملليمتر ممكاً .

وتصل مقاسات المواسير إلى ٥,١٠ متر طولاً عمودياً على الألياف كما تصل أقطارها إلى ١,٠٠ متر في اتجاه الألياف ويتحقق ممك تلك المواسير ميكانيكياً ويصل إلى ٥٠ ملليمتر ويتم تخليق مادة الأسبستوس وتكوينها في الصناعة بتدريج منتظم يكفل تجانسها وكالها .

وتضغط الألواح المسطحة وهي ما زالت خضراء لكي تتطبع وتتضلع على الصورة المطلوبة ، أو يجرى تشكيلها على قوالب مختلفة حتى تصبح مناسبة للاستعمال في الأغراض المختلفة .



وتصنع حالياً منتجات مختلفة متباينة تغطي أغراضاً شتى مثل خزانات المياه والتركيبات الصحية ووحدات المظلات . لذلك فإن تشكيل تلك الألواح بصورة مناسبة للتعاون مع الخرسانة في الأغراض الإنشائية هو الهدف من هذه الدراسة .

وقد يكون تشكيل تلك الألواح على الكلفة بسبب إجرائه بالطريق اليدوى إلا أنه من الممكن تذليل هذه العقبة إذا أمكن استحداث طريقة للإنتاج بالجملة .

— ولأسبستوس بعض الصفات التى تشجع استعماله فى المنشآت كشريك للخرسانة فى قطاع مشترك إذ أنه سهل التشكيل وهو أخضر كما أن من السهل قطعه وثقبه بعد تصلبه وذلك علاوة على قدرته العالية لاحتمال الشد التى تتعدى قدرة الخرسانة الجيدة لاحتمال الضغط .

لذلك فإنه من الممكن الاعتماد على الأسبستوس فى مقاومة الشد بالقطاعات المرصنة المزوم إنحاء بينما تقوم الخرسانة فى القطاعات بمقاومة الضغط بها كما أن معامل المرونة للأسبستوس والخرسانة متساويين تقريباً مما يكسب القطاع المركب انتظاماً وتجانساً فى الإجهادات فى كافة أرجائه بما فى ذلك الأجزاء التى تلتقى عندها للمادتين المتعاوتين وكون الأسبستوس على خشونة فى أحد أوجهه يجعله مناسباً للاتصاق بالخرسانة . كما تسمح له نعومته فى وجهه الآخر بأن يحل محل البياض فى الأسطح الظاهرة .

وعند إنشاء البلاطات والسكمرات التقليدية من الخرسانة المسلحة يستهلك قدرأ جوهرياً من الأخشاب المستعملة فى التطبيق بالألواح — بينما تتيح الطريقة الجديدة الاستغناء التام عن تلك الألواح . وحتى فى الأعمدة إذا ما تم صب خرساناتها داخل مواسير دائرية أو صناديق مستطيلة المقاطع من الأسبستوس فإنه لا يصبح هناك أى حاجة للألواح الخشبية اللازمة لصناعتها . ولا يستعمل عندئذ من الأخشاب إلا ما يلزم لإقامتها .

وأخيراً وليس آخراً فإن الطريقة الجديدة تتيح التحمل من إشكال صدا الحديد داخل الخرسانة كما تتيح استعمال أنواع إشكال الأسمنت التى لا يفضل استعمالها فى الخرسانة المسلحة التقليدية .

ولسكنه من الواجب اتخاذ الحيطة من كسر الألواح عند القيام بمناولاتها أو نقلها .

وتتناول دراسة الإنشاء بالقطاعات المركبة من الأسبستوس والخرسانة الجوانب الآتية :

١ — اقتراح وسيلة للإنشاء بها باستعمال نماذج من قطاعات الأسبستوس سهلة الإنتاج والاستعمال .

٢ — اقتراح طريقة تصميم تلك القطاعات المركبة من الأسبستوس والخرسانة بالتطبيق لنظرية المرونة .

٣ — إجراء بعض التجارب لدراسة الصفات الطبيعية والميكانيكية لمادة الأسبستوس .

٤ — إجراء بعض التجارب لدراسة قدرات القطاعات المركبة من الأسبستوس والخرسانة .

٥ — تصميم وإنشاء مبنى تجريبى باستعمال القطاعات المركبة المقترحة .

٦ — إجراء تقييم فى واقتصادى للطريقة الجديدة .

ويحوى هذا التقرير الجانبين الأول والثانى وسوف تحوى التقارير المقبلة دراسة الجوانب الأخرى .

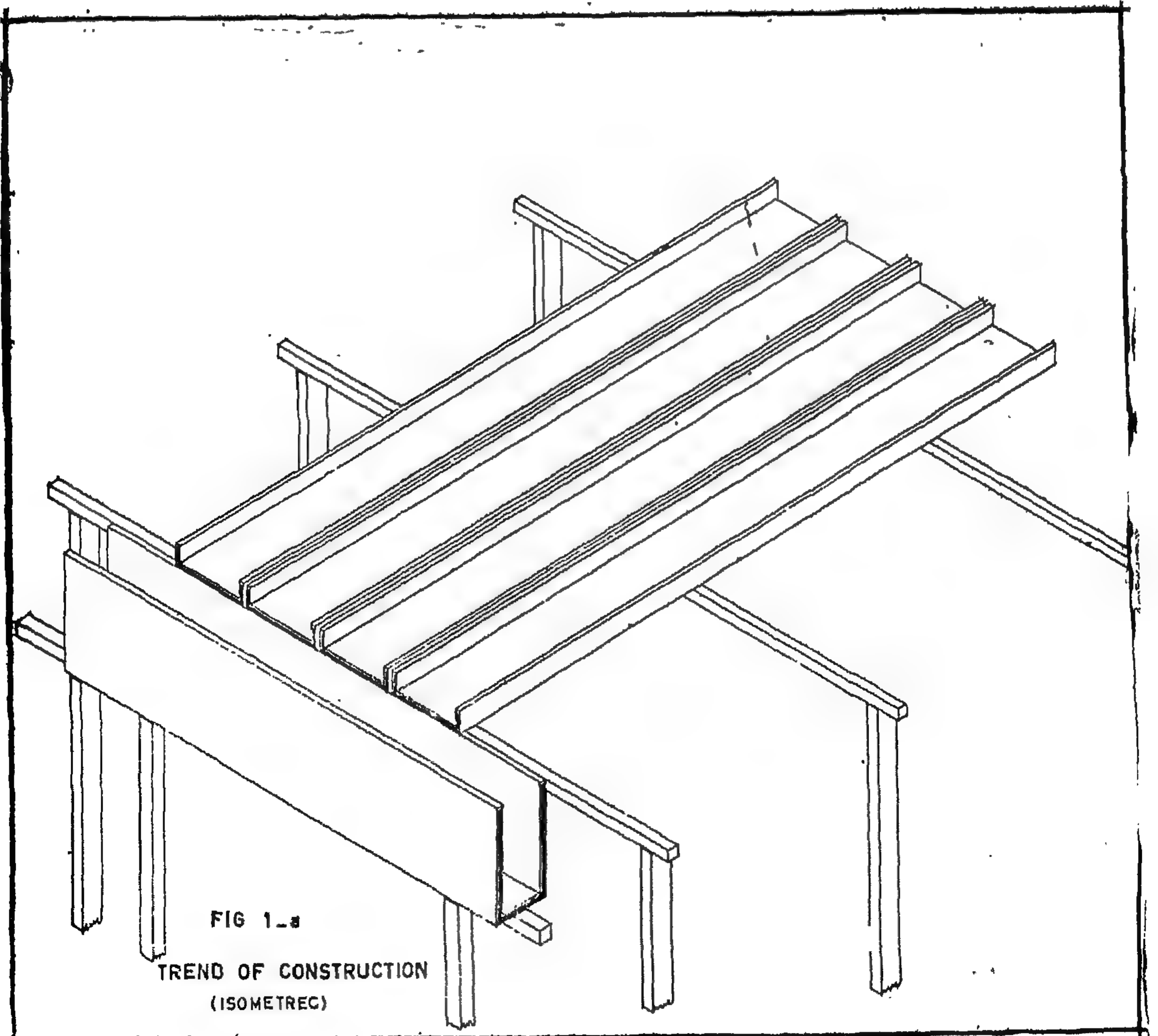


اقترح وسيلة للإنشاء بالقطاعات المركبة  
باستعمال نماذج من قطاعات الأسبستوس  
سهلة الإنتاج والاستعمال

الالواح طولياً وبطبيعة الحال لا يمكن إنتاج وحدات أطول  
من الألواح ذاتها — وإلى أن يتيسر إنتاج ألواح أطول  
لتغطية بحور أكبر فإن من الممكن وصل جزئين من هذه  
الوحدات أو أكثر للحصول على البحور المطلوبة .

يمكن تخليق السقف باستعمال مجموعة من وحدات  
الأسبستوس ذات مقاطع بشكل مجرى توضع جنباً إلى جنب  
وبعد رصها أفقياً على عرقات الشدة تغطي بطبقة  
من الحرسانة العادية لتخليق الترخانة الإجمالية المطلوبة  
( شكل ١ ) ، ويختار مقاس هذه الوحدات بحيث يكفي  
لوح الأسبستوس لإنتاج ثلاث وحدات منها إذا ما قسم

وهذه الوصلات يمكن إجراؤها بوضع رباط في كل وصلة  
عبارة عن بعض أسياخ الحديد القصيرة أو وحدة أخرى بنفس  
القطاع بعرض أدل وتكون ذات ثقبين في قاعها ( شكل ٢ ) .  
ويمكن حساب أطوال هذه الأربطة بحيث تكفي لتحقيق  
الاستمرار عن طريق التماسك بين الحرسانة ووحدات





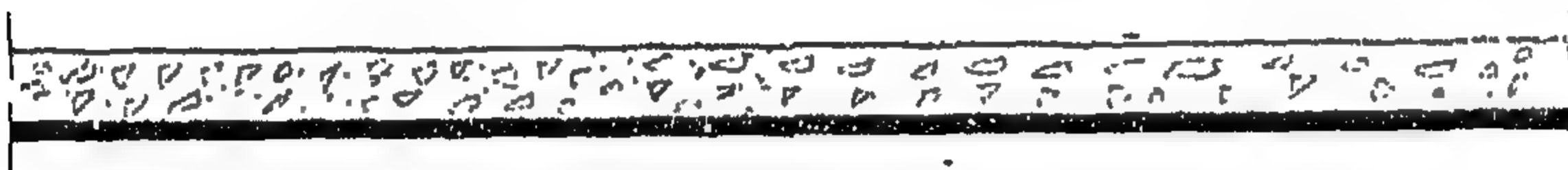
الأسبستوس ، إلا أن الاستقرار على الأطوال المناسبة سوف يكون نتيجة لبعض التجارب العملية .

وشكل الحجرى يتيح عزم انحناء جوهري يكفى لمقاومة الانحناء فيما بين دعائم الشدة ويجب أن تزيد مقاومة انحناء القطاعات عن انحناء التشغيل الناتج عن عملية صب الأسقف . ويمكن عمل الكمرات بنفس الوسيلة باستعمال وحدات مجارى أكبر من الأسبستوس . ويمكن اختيار مقاساتها بحيث يكفى لوح الأسبستوس لإنتاج وحدة أو أكثر من هذه الوحدات . وتعمل أيضاً وصلات مشابهة لإيصال جزئين أو أكثر من هذه الوحدات .

وقد اقترح فى المقدمة أن تعمل الأعمدة من مواسير ، أو صناديق مستطيلة المقاطع من الأسبستوس تملأ بالخرسانة العادية . ويستحسن عمل قواعد بالطرق التقليدية سواء كانت مفردة أو مستمرة فى اتجاه أو فى الاتجاهين .

ويستحسن استعمال بعض حديد التسليح فى الوصلات بين الأعمدة والوحدات الأخرى كالأساسات والكمرات ، أو امتداد الأعمدة ذاتها وذلك للحصول على ترابط أفضل .

\*\*\*



SEC. ELEVATION



PLAN

SEC. SIDE VIEW

FIG. 1.b. TREND OF CONSTRUCTION

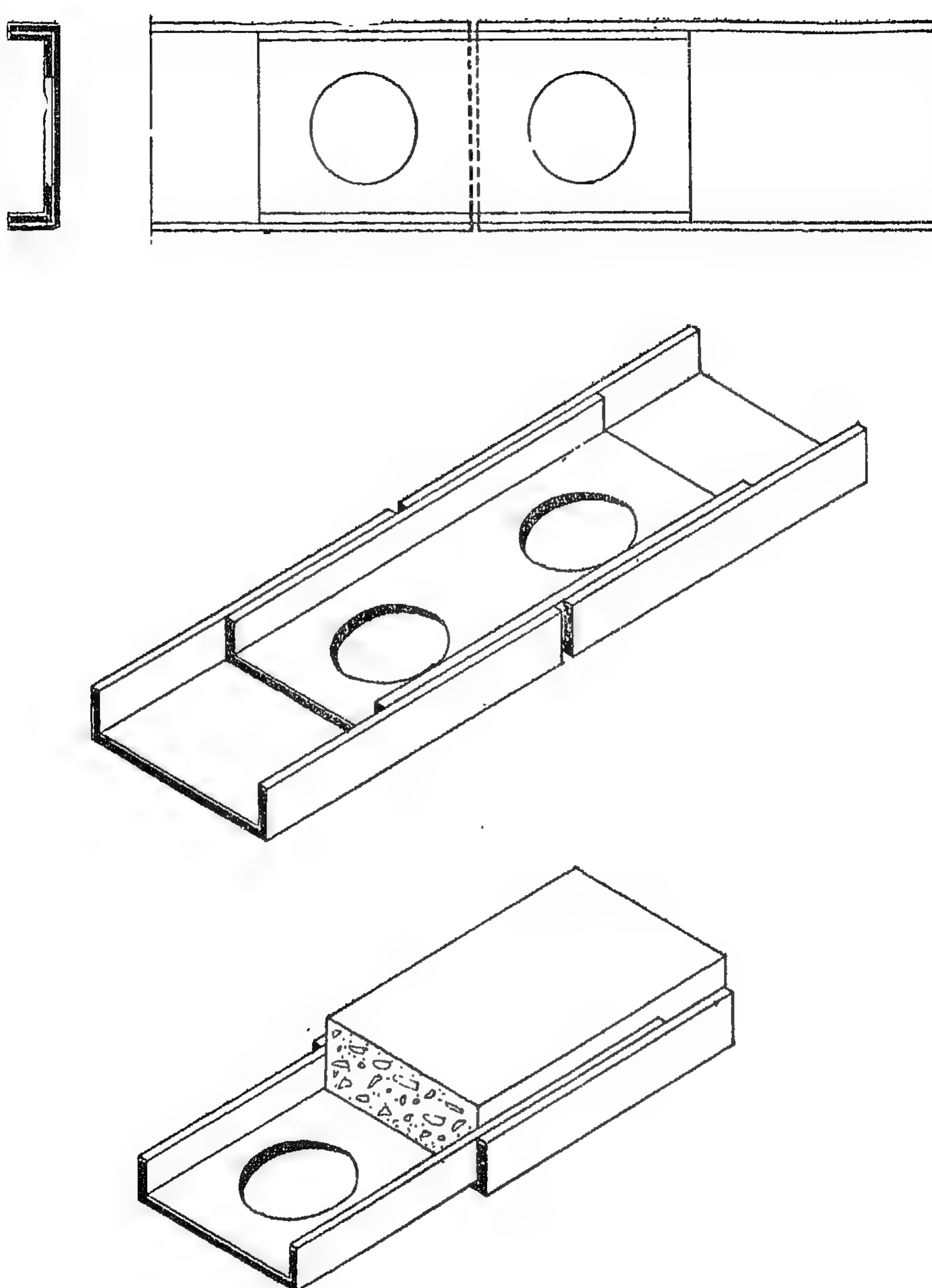


FIG. 2 SPLICES.



## اقترح طريقة لتصميم القطاعات المركبة من الأسبستوس والخرسانة المعرضة لعزم انحناء

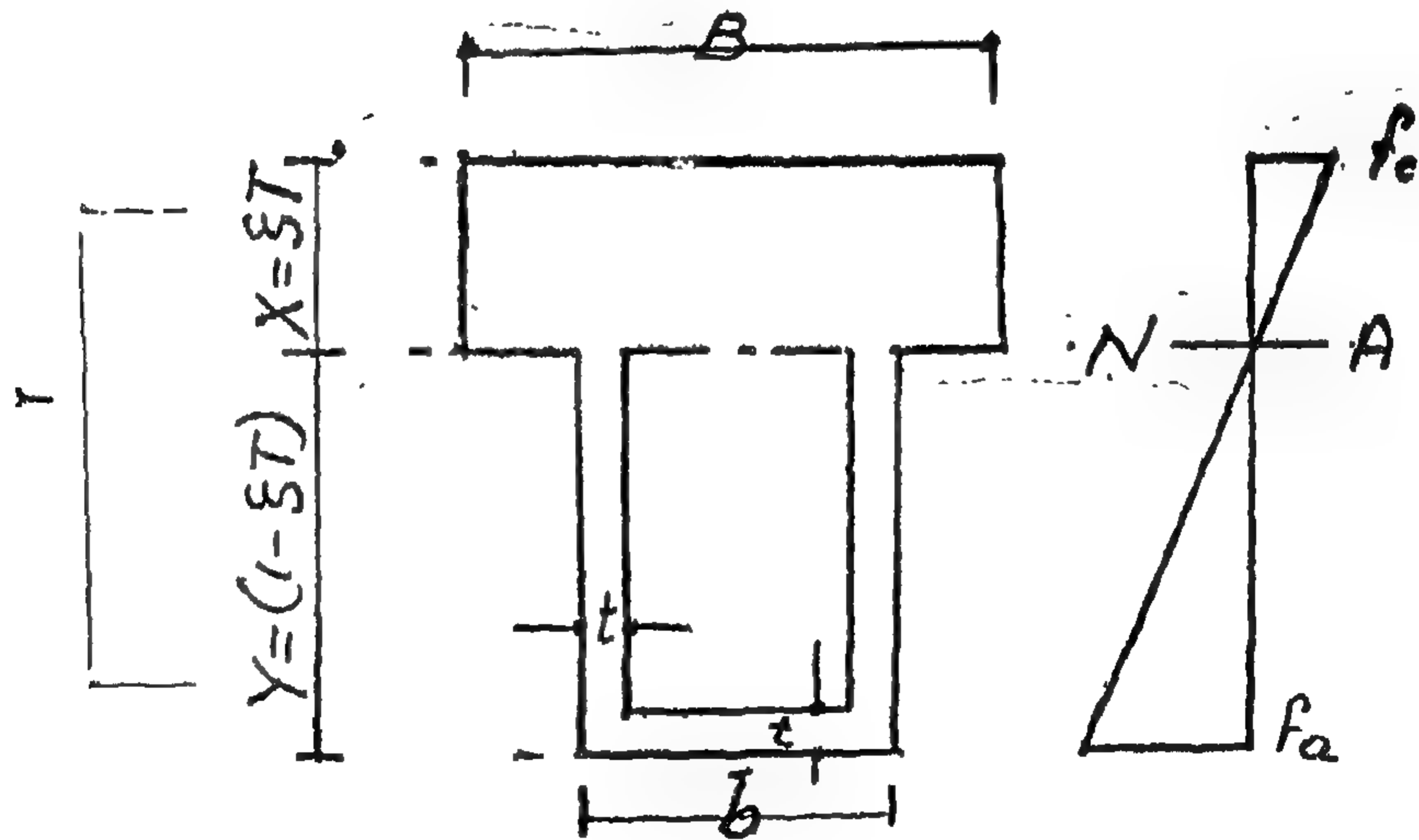
- بينما يختلف الأمر في التسليح بالأسبستوس حيث أن جوانب قطاعه تتفاوت أبعادها عن محور التحول مما يجعل من الصعب اعتباره مجمّاً في مركز ثقله أو أنه معرضاً لنفس الإجهادات في كافة أرجائه .

وبسبب هذا الخلاف فإنه ليس ميسوراً أن تطبق معادلات التصميم التقليدية للخرسانة المسلحة في حالة القطاعات المركبة .

ويقترح في هذه الدراسة تصميم تلك القطاعات باعتبارها قطاعات افتراضية متجانسة وذلك باستبعاد مساحة الخرسانة التي تقع في منطقة الشد واعتبار المساحات الأخرى سواء كانت خرسانة أو أسبستوس بنفس الدرجة .

تبعاً للوسيلة المقترحة للانشاء فإن على وحدات الأسبستوس أن تتحمل الأحمال الحية والميتة أثناء عملية الصب وحتى يمكن التأكد من قدرتها أثناء تلك العملية فقد حسبت مقاومة الانحناء للقطاعات المختارة في الملحق رقم ١ .

- ويمكن اعتبار القطاعات المركبة كقطاعات الخرسانة المسلحة التقليدية إلا أن حديد التسليح في قطاعات الخرسانة المسلحة يبعد نفس البعد عن محور التحول ولذلك فإنه ينظر إليه كما لو كان مجمّاً في مركز ثقله ومعرضاً لنفس الإجهادات في كامل قطاعه .



مجموع عزوم المساحات الافتراضية حول محور الجول = صفر

$$\therefore \frac{B \xi^2 T^2}{2} = 2 t \frac{(1 - \xi)^2 T^2}{2} + t b (1 - \xi) T$$

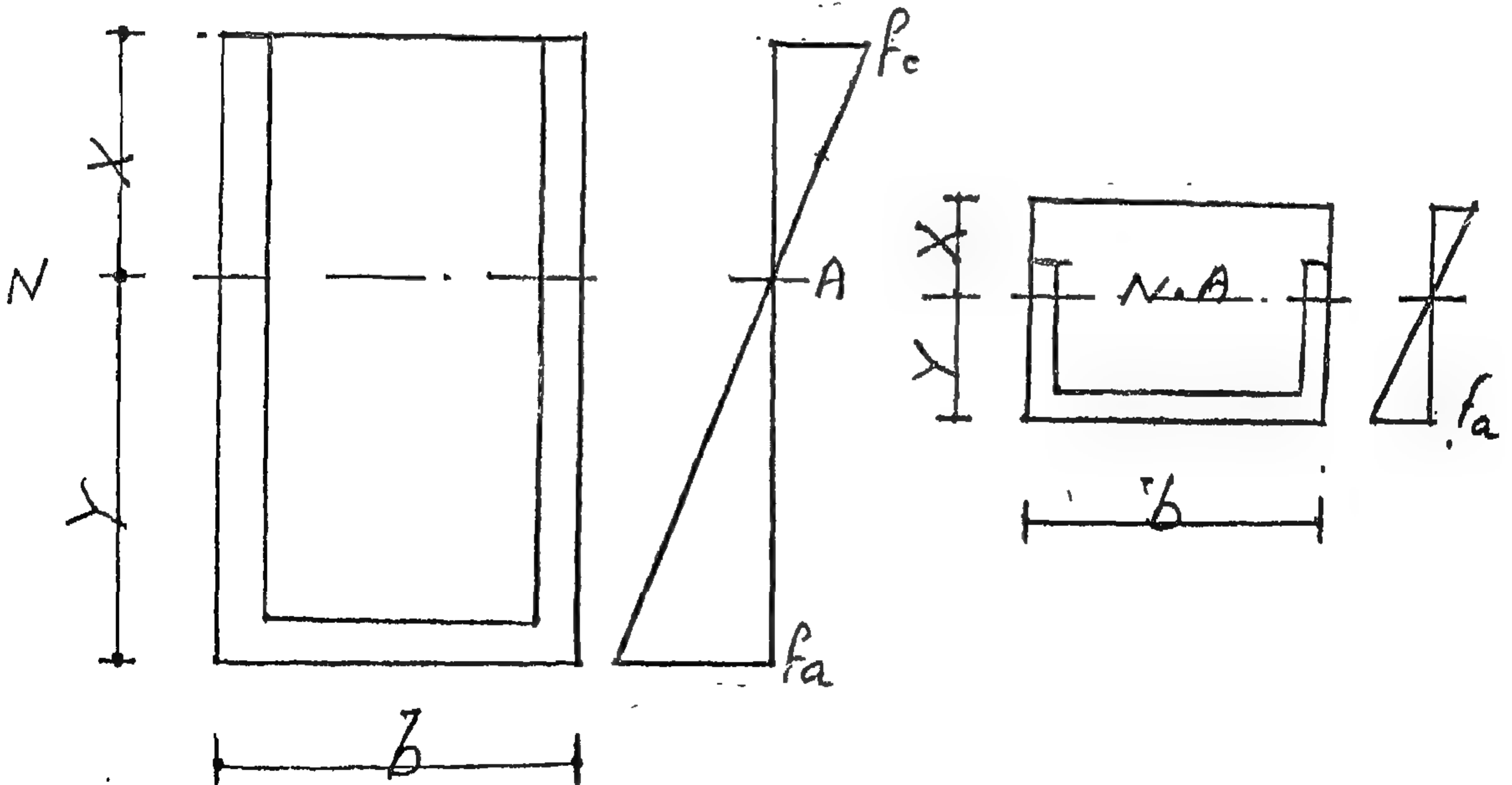
$$\therefore \left(\frac{B T}{2} - t T\right) \xi^2 + (2 t T + t b) \xi - (t b + t T) = 0$$

$$\therefore \xi = \frac{\sqrt{2 t b B T + 2 t B T^2 + t^2 b^2} - (2 t T + t b)}{B T - 2 t T}$$

وفي حالة القطاعات المستطيلة  $B = b$  ، يكون ذلك

$$\xi = \frac{\sqrt{2 t b^2 T + 2 t B T^2 + t^2 b^2} - (2 t T + t b)}{B T - 2 t T}$$

تصميم القطاعات المركبة المستطيلة المعرضة لعزم انحناء





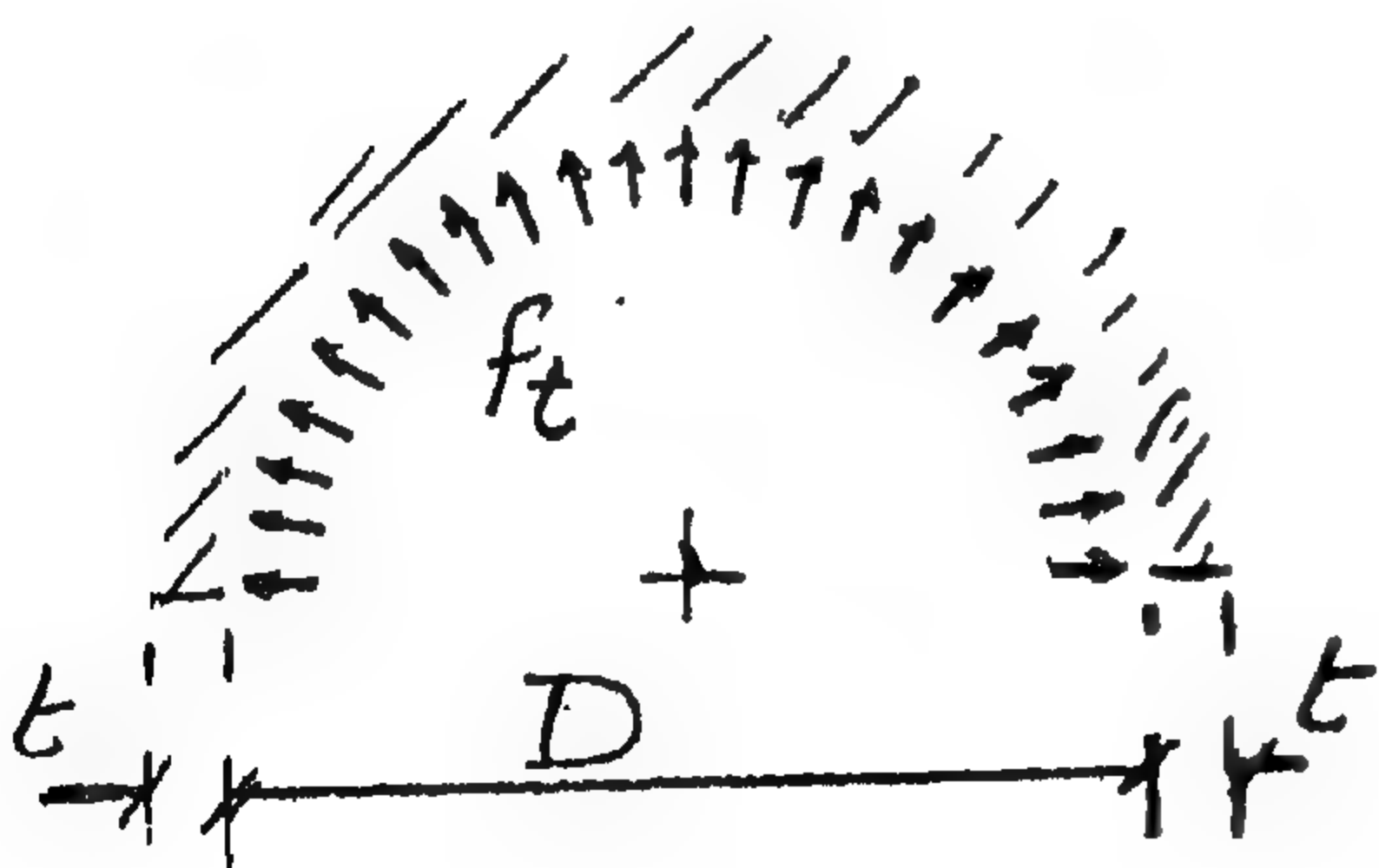
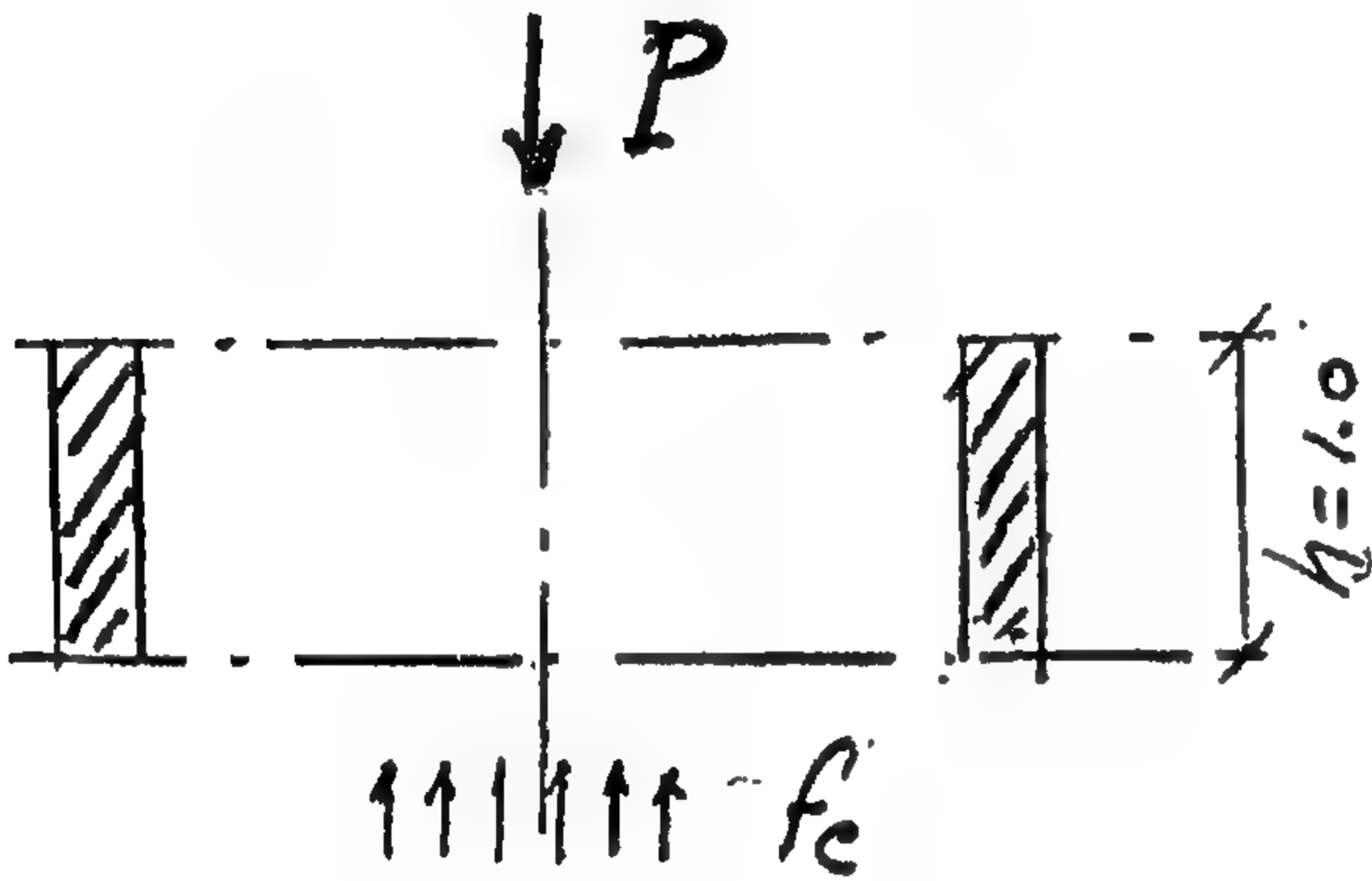
وتضيف تلك المقاومة جزءاً جوهرياً  $P$  لقدرة العמוד الأصلية لتحمل  $P_0$  لكي تصبح القدرة الإجمالية :

$$P_T = P_0 + P \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$P_0 = f_{co} (A_0 + n A_s) \quad \dots\dots\dots$$

$$** P_0 = f_{co} (A_0 + A_s) \quad \dots\dots\dots (6)$$

حيث أن العامل  $n$  يساوى واحد ويمكن تقدير قيمة  $P$  إذا نظرنا إلى جزء من عמוד بارتفاع يساوى وحدة أطوال معرض إلى قوة ضغط محورية قيمتها  $P$ .



لنفرض أن  $f_c$  هي جهد الضغط في الخرسانة نتيجة للقوة  $P$

$f_t$  هي جهد الشد في الخرسانة نتيجة للقوة  $P$

وبعد تحديد وضع محور الخمول فإنه بتطبيق المعادلة رقم ٢ فإن عزم القصور الذاتي للقطاع الافتراضى يمكن حسابه كالآتى :

$$I = \frac{b (X^3 + Y^3) - (b - 2t) (Y - t)^3}{3} \quad (3)$$

وعليه فإن مقاومة إنحناء القطاع  $M$  يمكن حسابها كالآتى :

$$M = \frac{I f_c}{X} \quad \text{or} \quad \frac{I f_t}{Y} \quad (\text{أيهما أقل})$$

- وبتطبيق المعادلات ٢ و ٣ و ٤ فإن قيم  $M$ ,  $I$ ,  $X$  وللقطاعات المركبة لقيم  $T$ ,  $t$  المختلفة قد تم حسابها في الجدولين بالملاحقين رقم ٢ ورقم ٣.

ويخص الجدول ٢ القطاعات المناسبة للبلاطات بينما يخص الجدول ٣ القطاعات المناسبة للكمرات.

وربما نجد أكثر من قطاع تغطى مقاومة انحناءه عزم الإنحناء المعلوم. لذلك فإنه لاخيار القطاع الأنسب يجب أن يوضع فى الاعتبار التكاليف النسبية للأسبستوس والخرسانة.

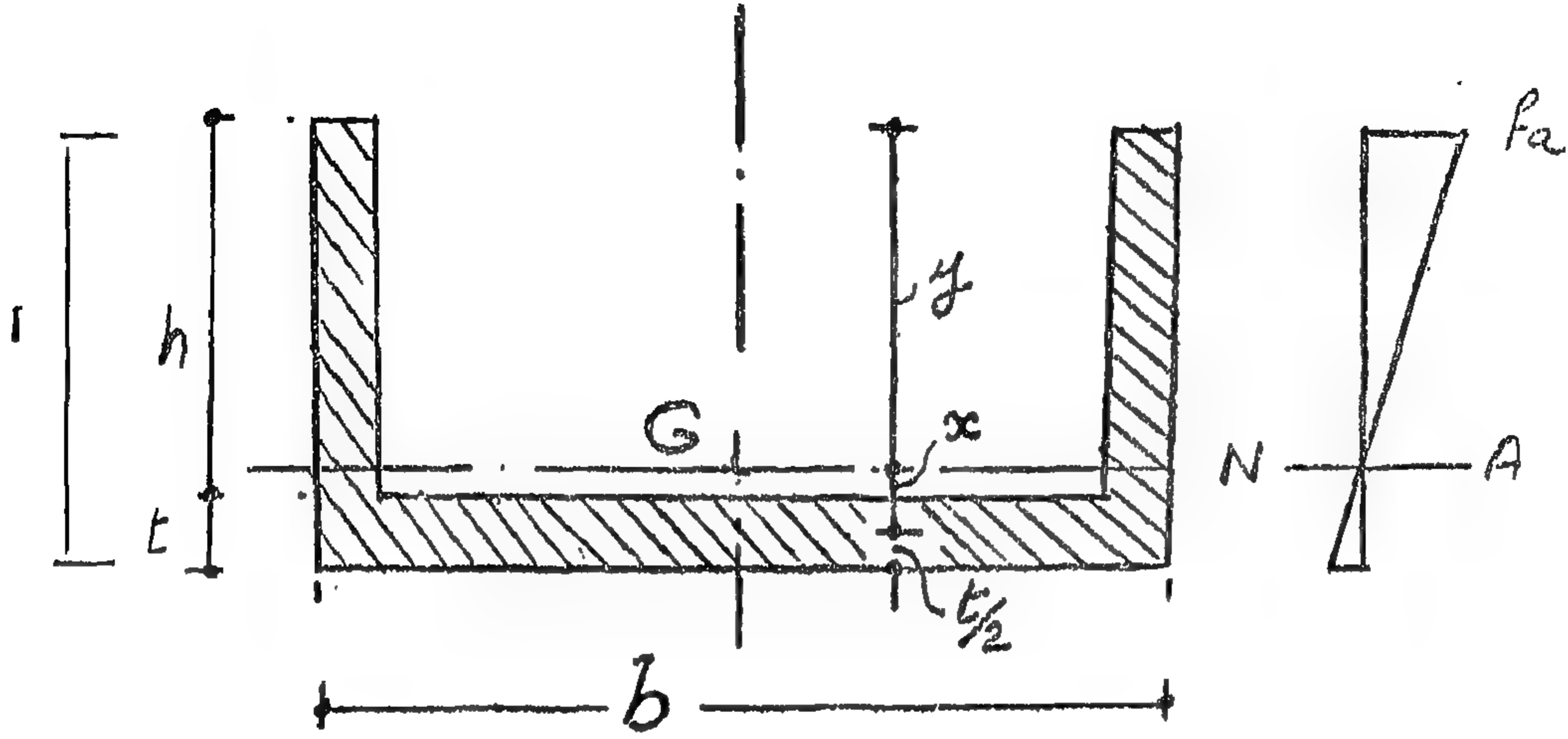
اقترح طريقة تصميم القطاعات المركبة المعرضة لقوة ضغط محورية :

١ - بالتطبيق لنظرية المرونة :

إن عמוד الخرسانة العادية الصلبة داخل ماسورة يشابه ذلك ذى التسليح الحزوني، ونتيجة لقوة الضغط المحورية تتعرض الخرسانة إلى انفعالات ضغط طولية تؤدي إلى انفعالات شذ جانبية تقاومها الماسورة الحاكمة.

# Appendix I

## Geometrical Properties and Moment of Resistance Of Asbestos Channels



$$f_a \approx 90 \text{ kg/cm}^2$$

$$x = \frac{h(h+t)}{2h+b}$$

$$I_G = \frac{t}{12} \left[ bt^2 + 2h^3 + \frac{6bh(h+t)^2}{2h+b} \right]$$

Section			x cm	y cm	$I_{G_4}$ cm <sup>4</sup>	Z cm <sup>3</sup>	M kg.m.
b	h	t					
28	7	0.6	1.10	5.60	91.3	16.3	14.7
28	7	0.7	1.09	5.56	104.5	18.8	16.9
28	7	0.8	1.07	5.53	117.2	21.2	19.1
28	7	0.9	1.06	5.49	129.4	23.6	21.2
28	7	1.0	1.05	5.45	141.2	25.9	23.3



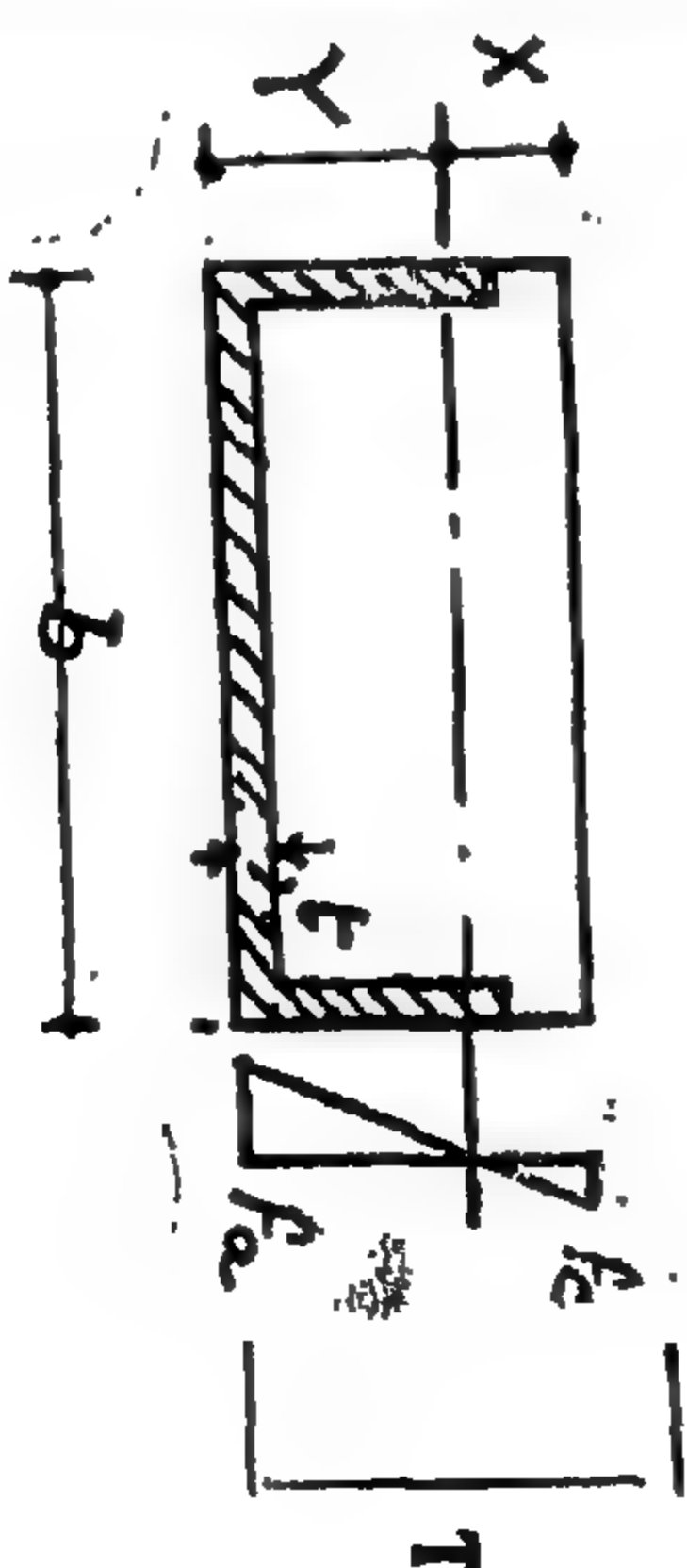
## Appendix 2

## Geometrical Properties and Moment of

## Resistance of Composite Sections for Slabs

Moment of Resistance (Kg. m.)

t	b	T		X	Y	I	$\frac{1}{Y}$	M			$\frac{T}{t}$	10	11	12	13
0.6	28	10	0.519	3.2	6.8	1110	163	147			0.6	147	166	185	205
		11	0.309	3.4	7.6	1400	184	166							
		12	0.301	3.6	8.4	1730	206	185							
		13	0.294	3.8	9.2	2100	228	205							
0.8	28	10	0.356	3.6	6.4	1340	209	188							
		11	0.346	3.8	7.2	1690	235	212			0.8	188	212	236	264
		12	0.337	4.0	8.0	2090	262	236							
		13	0.329	4.3	8.7	2550	293	264							
1.0	28	10	0.386	3.9	6.1	1520	250	225							
		11	0.376	4.1	6.9	1930	280	252			1.0	225	252	284	318
		12	0.366	4.4	7.6	2400	316	284							
		13	0.358	4.7	8.3	2930	353	318							



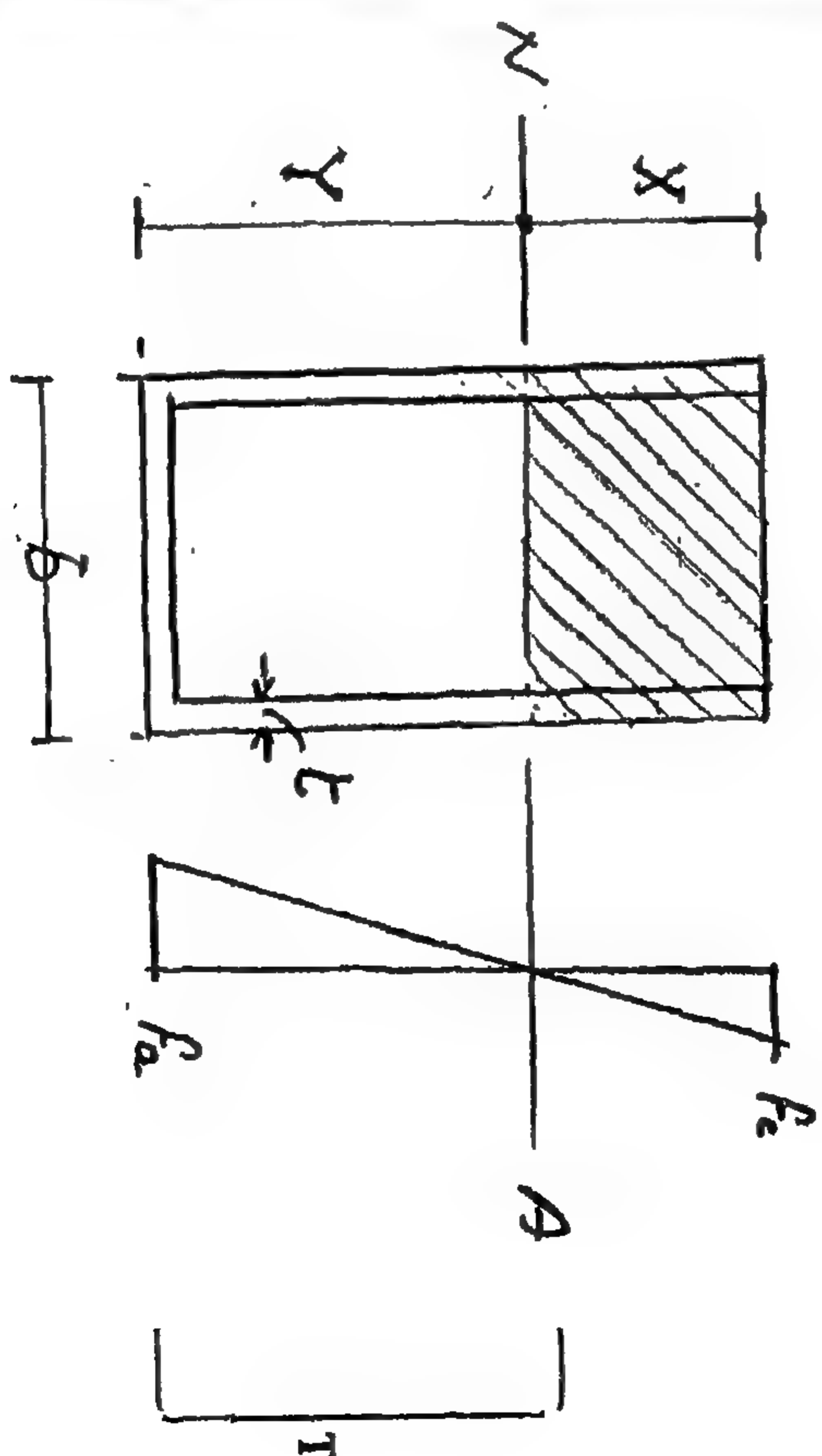
$$f_a \cong 90 \text{ Kg/cm}^2$$

### Appendix 3

#### Geometrical Properties and Moment of

#### Resistance of Composite Sections for Beams

$t$ cm	$b$ cm	$T$ cm	$\xi$	$X$ cm	$Y$ cm	$I_x$ cm <sup>4</sup>	$I_y$ cm <sup>4</sup>	$M$ t.m.
1.0	15	50	0.304	15.2	34.8	61x10 <sup>3</sup>	1750	1.58
1.5	15	50	0.350	16.7	33.3	79 "	2381	2.14
1.0	15	55	0.301	16.6	38.4	79 "	2070	1.86
1.5	15	55	0.347	19.1	35.9	103 "	2881	2.59
1.0	15	60	0.298	17.9	42.1	101 "	2400	2.16
1.5	15	60	0.343	20.6	39.4	132 "	3344	3.01
1.0	15	65	0.296	19.2	45.8	126 "	2750	2.48
1.5	15	65	0.343	22.3	42.7	165 "	3864	3.48
1.0	20	50	0.283	14.1	35.9	72 "	2010	1.81
1.5	20	50	0.329	16.5	33.5	97 "	2885	2.60
1.0	28	50	0.262	13.1	36.9	89 "	2410	2.17
1.5	28	50	0.306	15.3	44.7	116 "	3373	3.00
1.0	28	55	0.258	14.2	40.8	114 "	2800	2.52
1.5	28	55	0.301	16.6	38.4	152 "	3971	3.57
1.0	28	60	0.254	15.2	44.8	144 "	3210	2.89
1.5	28	60	0.297	17.8	42.2	192 "	4555	4.10



$$f_a = 90 \text{ kg/cm}^2$$



$$** f_o A_o = \frac{m}{2} A_a f_a = P \quad (7)$$

$f_a$  هي جهد الشد على محيط ماسورة  
الأسبستوس نتيجة للقوة  $P$

$$** P_T = f_{co} (A_o + A_a) + \frac{m}{2} f_a A_a \quad (8)$$

$\frac{1}{m}$  هي نسبة بواسون

(ب) بالتطبيق لنظرية الليونة

حيث أن  $m, n$  تصبغان بلا مدلول بالتطبيق

لنظرية الليونة لذلك فإن المعادلة ٨ تول إلى :

$$P_T = f_{co} A_o + f_a A_a + K f_a A_a$$

$$** P_T = A_o f_{co} + \alpha f_a A_a \quad (9)$$

وسوف يكون تحديد قيمة  $\alpha$  نتيجة لإجراء بعض  
التجارب العملية .

$$** 2t f_a = D f_o = \frac{D f_o}{m}$$

$$** f_o = \frac{2m t f_a}{D} = \frac{2m t f_a \pi D}{\pi D^2}$$

وايكن

$$\frac{\pi D^2}{4} = A_o \text{ \& } t \pi D = A_a$$

\* \* \*

مبايخص الموضوعات بالقسم الافرنكي



# دراسات المياه الجوفية في الجمهورية العربية المتحدة وليبيا

للدكتور المهندس اسماعيل بسيوني هزاع  
والدكتور المهندس محمد صبري يوسف  
والسيد عبد الفتاح محمد اسكاسنجي

والكبريتات والكالسيوم والمغنسيوم واليوديوم واليوتاسيوم  
والاسترانسيوم والريديوم والمنجنيز والفوسفور والحديد  
والنحاس والبورون واليود .

وفسرت النتائج التي تم الحصول عليها بطرق مختلفة  
مثل النثيل البياني بطريقة البصمة والطرق الإحصائية  
واستعمال جداول التوزيع التكراري والمتوسطات وخرائط  
نوعية المياه ، ووجد أن المقدار الإجمالي للمواد الذائبة في  
معظم المياه الجوفية تتراوح بين ١٠٠ ، ٥٠٠ جزء في المليون  
في مياه ج . ع . م ، وبين ٢٥٠ ، ٢٥٠٠ جزء في المليون  
في مياه ليبيا فيما عدا حالة واحدة ، كما يتضح أن المياه الجوفية  
في ج . ع . م تحتوي عادة على مقادير أقل من المركبات  
الرئيسية عما تحتويه مياه ليبيا ؛ كما أن نسبة تركيز الحديد  
والمنجنيز وروبيديوم في مياه ج . ع . م أعلى مما في مياه  
ليبيا الجوفية ومرد ذلك على الأرجح يرجع إلى المقادير  
الكبيرة من خام الحديد الموجود في الواحات البحرية في  
ج . ع . م .

يتناول البحث دراسة مبدئية للطبقات الرئيسية في  
الجمهورية العربية المتحدة وليبيا من النواحي الجيولوجية كما  
يشمل دراسات تحليلية كيميائية للمياه الجوفية المأخوذة من  
موارد مختلفة وخصائصها الكيميائية ، وتوزيع العناصر  
الرئيسية والعناصر الموجودة بكميات ضئيلة .

وقد أعدت خرائط صنفية على نطاق إقليمي في هذا  
الجزء من الصحراء ، واستدل من هذه الخرائط على وجود  
ثلاثة موارد للمياه العذبة ، ومورد للمياه المالحة . وتشمل  
موارد المياه العذبة الحوضين الآرتوازيين في فزان ،  
والصحراء الغربية في ج . ع . م والساحل الشمالي على البحر  
الأبيض المتوسط ، أما المواد المالح فيوجد خليج « سرت »  
وامتداد في الجنوب الشرقي ، نتيجة لتسرب مياه البحر  
الأبيض المتوسط فيها .

وشملت الدراسات التي أجريت على عينات المياه تحاليل  
وزنية ولججمية وضوء طيفية ولونية وضوء طيفية ، كما استخدمت  
طرق التنشيط الإشعاعي بالإضافة إلى التوصيل النوعي وجملة  
المواد الذائبة ومحتوى المياه من الكلوريدات والبيكربونات

# دراسة القطاعات المركبة سابقة الاجهاد

## للككتور المهندس السيد بدوي عبد المجيد

مساحة الحديد في الجزء السفلي من القطاع ، وهذا الحل غير علمي وغير اقتصادي ، وياجأ البعض الآخر إلى افتراض فصل جزء الخرسانة عن جزء الحديد من القطاع وبذلك يهمل ويتناسى حقيقة القطاع المركب .

في هذا المقال شرح لطريقة جديدة في تصميم القطاعات المركبة باستخدام نظرية سبق الإجهاد . وقد قام كاتب هذا المقال بتصميم قطاع للكمرة العرضية لأحد الكبارى المزمع إنشاؤه في إيران ووجد أن هذه الطريقة توفر في مساحة قطاع الحديد بمقدار ٥٥٪ . هذا بخلاف التأثير الكبير الذي ينشأ من تقليل الحمل الميت على الكوبرى الذي يحل بدوره كثير من المشاكل حول هذا الموضوع . أما تكاليف الإنشاء بالتصميم الجديد فقد وصلت إلى ٨٥٪ من التكاليف إذا صممت بالطريقة العادية .

وقد تولت شركة فوست بالنمسا في عمل بعض التجارب للوصول إلى الأطوال المثالية للتصميم بهذه الطريقة من حيث التكاليف وطريقة التنفيذ .

إن نظرية الخرسانة سابقة الإجهاد قد حلت مشكلة إهمال الجزء من القطاع الذي لا يتحمل الشد . وقد أصبحت هذه الطريقة من أهم الطرق في التطبيقات الهندسية في الخرسانة المسلحة . أما في القطاعات الحديدية فلا وجود لهذه المشكلة حيث أن المادة تتحمل إجهادات الضغط والشد بقدر متساو ولذلك لا يحل من استخدام نظرية سيق الإجهاد في الكمرات الحديدية .

ولكن في بعض المنشآت الحديدية وبخاصة الكبارى حيث تصمم الكمرات العرضية على أساس أنه قطاع مركب ( الجزء العلوي من القطاع يمثل البلاطة الخرسانية وهي أرضية الكوبرى أما الجزء السفلي فهو باقى القطاع من الحديد ) . ويكون موضع محور التعادل في هذه الحالة في الجزء العلوي من القطاع ( الجزء الخرساني ) . ولذلك فعند حساب الإجهادات على أساس أن القطاع وحدة واحدة ونعطي للخرسانة الإجهاد المسموح به نجد أن الإجهاد في الحديد يتعدى بكثير حد المرونة .

ولحل هذه المشكلة ياجأ الكثير من المهندسين بزيادة



# حالة عدم استقرار شفة الانضغاط في كمرات رفيعة الجدران مصنعة على شكل 1 تحت تأثير الانحناء الخالص

للدكتور المهندس فاروق عثمان فهمي شهوان

استخدمت في هذا البحث فكرة « معامل تثبيت الخافقة » في دراسة حالة عدم استقرار شفة الانضغاط في كمرات رفيعة الجدران مصنعة على شكل I تحت تأثير الانحناء الخالص . وتصنع هذه الكمرات من كمرات على شكل مجرى بالحمام ظهر آ لظهر بطريقة اللحام النقطة .

وقد درست حالة كمر على شكل مجرى ( إحدى مكونات

الكمر على شكل ) ومن هذه الدراسة يمكن استنتاج نتائج مماثلة للكمرات على شكل I . وتوصل البحث إلى إيجاد علاقة رياضية بسيطة يمكن بها تحديد إجهاد الانضغاط في شفة الانضغاط الذي يحدث عندها حالة عدم الاستقرار في شفة الانضغاط تحت تأثير الانحناء الخالص . ويمكن بعد ذلك حساب قيمة الانحناء الخالص الذي يحدث هذه الحالة بتطبيق نظرية الانحناء البسيط .

# نصف قرن .. على إنشاء

## جمعية المهندسين المصريين

زميلي المهندس :

بهذا العدد تكون جمعية المهندسين .. قد قطعت من عمرها نصف قرن من الزمان . قطعت نشاط كبير .. واستطاعت أن تجمع ٣٠ ألف مهندس .. هم أسرتها الآن .. بعد أن كانت قديماً .. بلا دار تضمهم .

ومنذ خمسين سنة ، اجتمع بعض الزملاء المهندسين ، وفي نفوسهم رغبة لإنشاء جمعية .. يعترف بها رسمياً .. فتشملهم وتعمل على نشر بحوثهم .. وتقوم بتزويدهم بالمعلومات الفنية . وتكون وسيلة اتصال .. بما تنتجه قرائح الباحثين .. من مبتكرات ومستحدثات .. لا غنى عنها لكل هيئة علمية .. تبغى مساهمة أحداث التطور .

وبدأت الخطوة الحقيقية عام ١٩١٩ ، عندما اتفق بعض الزملاء على تكوين لجنة مؤقتة .. قامت باستطلاع آراء المهندسين المصريين ، لتأنس بها في المشروع الجديد ، وكان الغرض ، كما فكروا فيه جميعاً ، هو ميدان الخدمة الثقافية . فلا يمكن أن تنعزل العقول المفكرة ، عن التطور العلمي الذي يأخذ مساره سريعاً ، وقوياً ، في العالم .. كان لا بد إذن للمهندس المصري أن يكون على اتصال بزملائه في العالم أجمع ، عن طريق وسيلة علمية صادقة ، ولم تكن هذه الوسيلة .. سوى جمعية المهندسين .

### أول جلسة

وتحقق الأمل . وعقدت أول جلسة لجمعية المهندسين المصريين يوم ٣ ديسمبر ١٩٢٠ ، وفي هذه الجلسة ، وقع الحاضرون - وهم جماعة المؤسسين - تعهداً ، سيظل في تاريخ الجمعية دليلاً قوياً على صدق العزيمة ، وكانت أول خطوة للجماعة المؤسسين للحصول على اعتراف الحكومة بها . وفعلاً صدر في ١٢ ديسمبر ١٩٢٢ مرسوم باعتماد القانون الذي ينظم الجمعية . وينص القانون على :

- \* مباشرة البحوث الهندسية العلمية والعملية .. وتشجيعها ونشرها .
- \* توطيد العلاقات وتوثيق التعاون العلمي بين المهندسين بالدولة ..
- \* وبندهم وبين زملائهم في البلاد العربية ، وفي الخارج .
- \* تنظيم المحاضرات والمناقشات في مختلف الفنون الهندسية .
- \* إصدار مجلة للمهندسين .
- \* نشر المحاضرات والمؤلفات والرسائل الفنية .
- \* تشجيع التأليف والأبحاث في مختلف فروع الهندسة .
- \* تنظيم وإعانة الرحلات والأسفار .. لدراسة وبحث الموضوعات والمشروعات الهندسية .
- \* عقد المؤتمرات الهندسية في مصر ، والأشتراك فيما يعقد منها في الخارج .



• الإتصال بالجمعيات والهيئات الهندسية الأجنبية بغرض التعاون العلمى ، وتبادل البحوث ..  
ويجوز لها أن تضم إليها شعباً أهلية للمنظمات الهندسية الدولية .  
• دراسة القوانين واللوائح الخاصة بالأعمال والإنشاءات الهندسية . ومسئولية المهندس وإبداء الرأى .

• إنشاء مكتبة تحوى الكتب والمجلات الهندسية القيمة .  
• إنشاء ناد للأعضاء بدار الجمعية .

هكذا . . بدأ انطلاق جمعية المهندسين المصرية . . منذ ٥٠ عاماً . ولقد بدأت عند التأسيس بأربعين عضواً ، زادوا إلى مائة عضو ، بعد إعراف الحكومة بها . ثم تزايد العدد . . وأصبح دور الجمعية لا يتعلق بأعضائها فقط ، وإنما أصبحت مهمة الجمعية ، هى مهمة المؤسسة العلمية الهندسية فى المجتمع الإشتراكى . . التى تقوم بخدمة مجتمعها بعد أن زاد عدد أفرادها على ٣٠ ألف مهندس .

### الدار

ومنذ البداية ، كان إيجاد مقر دائم للجمعية ، يشكل ضرورة بالنسبة لها ، وكانت الاجتماعات تعقد فى أماكن متفرقة بالقاهرة . . وحسب الظروف ، ومثلاً . . كانت تعقد الاجتماعات فى دار الجامعة المصرية . أو فى المعهد العلمى المصرى ، أو فى قاعة الجمعية الجغرافية أو كلية الطب . وأحست الجمعية بحاجتها الشديدة إلى إيجاد بناء خاص تضمها . فسعت لدى الحكومة ، حتى خصصت لها قطعة أرض . . هى الكائنة حالياً بشارع رمسيس . . وذلك نظير إيجار إسمى . وسارت الجمعية من يومها . . حتى تم إنشاء المبنى الحالى . . وأصبح لها مقر ، يضى على وجودها وأعمالها شخصية خاصة وطابعاً خاصاً . . ساعد على استقرارها ، ومقاومة كل ما يمكن أن يطرأ عليها من عوامل . . كان من الممكن أن تؤثر عليها . وعلى وجودها ذاته .

وكان هذا الإستهقرار — دافعاً — لإيجاد نشاط هندسى علمى واضح . . فتكونت فى الجمعية هذه الشعب ، خصوصاً . . بعد أن سارت فى ركب الثورة العلمية والتكنولوجية .

• شعبة الهندسة الميكانيكية .

• الهندسة الكهربائية .

• التعدين والبترول والكيمياء الصناعية .

• هندسة الإنتاج والصناعة .

• التخطيط العمرانى .

• هندسة الراديو والإلكترونيات .

• الطيران والفضاء .

• الهندسة الإنشائية .

• الطرق .

ويحتمل . . بجوار هذه الشعب المتعددة التى تضمها الجمعية إيجاد شعب جديدة ، وفقاً لما يقتضيه الإنطلاق العلمى والتكنولوجى .

إن وجود جمعية المهندسين المصرية ، كان ضرورة منذ البداية ، لإيجاد مجتمع علمى . . يسير ركب التطور العالمى . . فى شتى مجالاته الهندسية والعلمية ، خصوصاً ونحن نعيش فى عصر العلوم . . والتكنولوجيا . . . .  
وبهذا . . تكون . . جمعية المهندسين المصرية . . قد أتمت خمسين عاماً من عمرها . . منذ بدأت الأفكار الأولى فى خيال الرواد المؤسسين . . عام ١٩٢٠ . . وتستقبل مع السبعينات . . عمرها الواحد والخمسين .

جمعية المهندسين المصرية

The effect of Pre-stressing on the composite section is given in Fig (9) and shows compressive stress of  $2.10 \text{ t/cm}^2$  in the bottom fibres of the steel section, and tensile stress of  $0.3 \text{ t/cm}^2$  in the top fibres of the R.C. Section.

By adding these initial stresses to that given by the applied loads, A final stress distribution can be easily obtained and is shown in Fig (10). These stresses are safe and less than the allowable stresses of both concrete and steel.

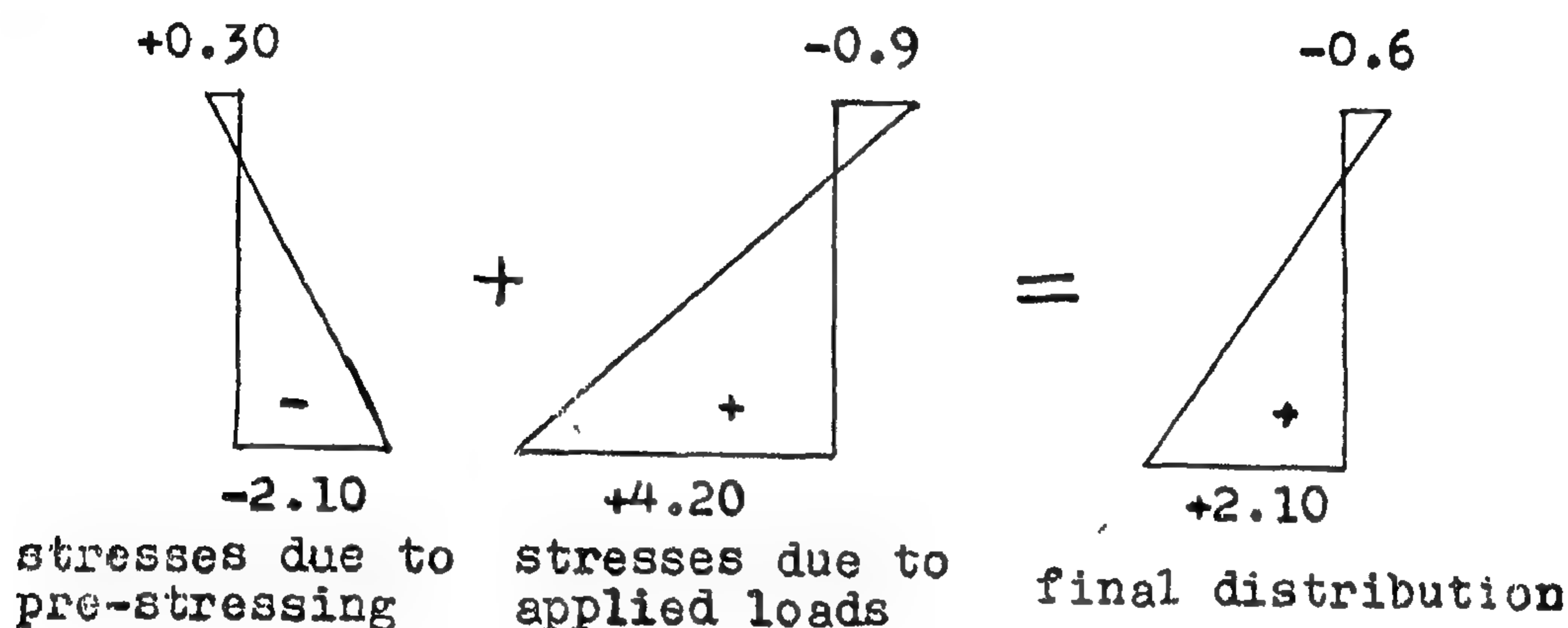


Fig. (10)

## DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

Pre-stressing of composite section proves once more that the efficiency of the two widely used structural materials — Concrete and Steel — can be increased by using new techniques. From the given analyses we conclude that :

- 1 — Area of steel according to the ordinary design of such girder =  $198 \text{ Cm}^2$
- 2 — Area of steel according to the pre-stressed analyses =  $88 \text{ Cm}^2$
- 3 — Area saved =  $110 \text{ Cm}^2$
- 4 — According to the shown price lists, the cost is 10100 A.S. (Austrian shilling) for

ordinary design and 8240 shillings for that designed by the pre-stressed technique.

In other words, the new technique saves @ 55% of the area of steel, but the cost is not decreased by the same ratio because high tensile steel wires as well as the pre-stressing operation should be included. The final decrease in cost is found to be @ 15%.

It is suggested that the cost of the whole bridge will be decreased considerably due to the reduction in Areas as well as Dead Loads of the whole structure.

## ACKNOWLEDGMENTS

The writer would like to note that the initiation of tests which have been done at Cairo University is due to Prof. M.E. Mohsen Prof. of Airframe design. The writer wishes also to record his gratitude to Dip. Ing. T.

Muller, the chief of staff of the design office of VOEST Linz, Austria — for his valuable discussions and to Prof. M.Sh. Aggour Prof. of Metallic Construction at Cairo University for his interest in the work.



<b>Offertkalkulation</b> <b>Stahlbau</b> (ohne Außenmontage)		Firma: _____		Pos.Nr. _____	
		Objekt: _____		Auftrag / Anfrage _____	
Position <u>1</u> Stück <u>Träger 240x20/40x80/40x20 10m langes</u> Stück ..... t / Ges. <u>1,553</u>					
Werkstoffkalkulation				Selbstkosten ab Werk je : <u>89</u>	
Mat. Art, Qualität	Fertiggewicht t	Rohgewicht t	S/ Einheit	S	
Stahl T/20	1,004	1,074	3154	3377	
-1-10	0,548	0,580	3182	1846	
Summe	1,553	1,654		5223	
Nieten und Schrauben					
Elektroden				161	
Summe				5384	
Stoffgemeinkosten .....				225	
Summe					
Fremd 1*)					
Fremd 2*)					
Modellkosten S .....					
Summe	1,553	1,654		5609	
Schrott .....		0,101	800	80	
Werkst. K.		1,553		5529	
Techn. Büro, Lichtpausen, Arbeitsplanung					
Zeichnungen .....				Std. u. S .....	
Lichtpausen					
Arbeitsplanung					
Summe					
Ausführung: <u>ohne Abnahme</u> <u>Stahlbleche geschliffen</u> <u>mit Holzkanten roh feigbraunt</u> Preisstellung: <u>Schweißarbeiten</u> <u>ohne TB + AV-Kosten</u> <u>ohne Verpackung</u>					
Exportbonifikation S/t .....				Zentrale Offertkalkulation	
				Datum ..... Name .....	



<b>Offertkalkulation</b> <b>Stahlbau</b> (ohne Außenmontage)		Firma: _____		Pos.Nr. _____	
		Objekt: _____		Auftrag: _____	

Position: <u>1</u>	Stück <u>1</u>	<u>TP 9,5 x 200 x 100 / 70 x 5 / 200 x 10 / 10 m Läng</u>	t / Stück _____	t / Ges. <u>0,632</u>
--------------------	----------------	---	-----------------	-----------------------

Werkstoffkalkulation					Selbstkosten ab Werk je: <u>pes</u>																																														
Mat. Art, Qualität	Fertiggewicht t	Rohgewicht t	S/ Einheit	S	Werkstoffkosten	Werkstoffkosten (siehe Kalkulation)																																													
						Zwischenanstrich																																													
						Grundanstrich																																													
						Fertiganstrich																																													
						Montageelektroden + Stoffg. K.																																													
ST44T/M2	0,317	0,336	3182	1069	Verarb. Kosten	A Werkstoffkosten <u>4203</u>																																													
ST44T/5	0,274	0,290	3374	978		B TB-Kosten u. Arbeitsplanung <u>—</u>																																													
						<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th> </th> <th>Std.</th> <th>S/Std.</th> <th>Lohn</th> <th>Regiezuschlag %</th> <th>S</th> <th>Lohn + Regie</th> </tr> <tr> <td>Betrieb</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Vormontage</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Kontrolle</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>						Std.	S/Std.	Lohn	Regiezuschlag %	S	Lohn + Regie	Betrieb							Vormontage							Kontrolle																			
	Std.	S/Std.	Lohn	Regiezuschlag %		S	Lohn + Regie																																												
Betrieb																																																			
Vormontage																																																			
Kontrolle																																																			
Summe	0,588	0,626		2047	C Verarb. K. <u>25</u> <u>23</u> <u>575</u> <u>400</u> <u>2300</u> <u>2875</u>																																														
Nieten und Schrauben					<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Werkstransporte u. Bahnanschluß</td> <td><u>5</u></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Werkzeuge u. Vorrichtungen</td> <td><u>90</u></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Anwärmen zum Einrollen u. Biegen</td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Glühen</td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Preßkosten</td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Röntgen</td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Druckprobe samt Behelfe</td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Abnahme</td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Diverses *)</td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Verpackung</td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Fremdleistungen 1) *)</td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Fremdleistungen 2) *)</td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Fracht frei</td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Frachtversicherung</td> <td><u>107</u></td> </tr> </table>					Werkstransporte u. Bahnanschluß		<u>5</u>	Werkzeuge u. Vorrichtungen		<u>90</u>	Anwärmen zum Einrollen u. Biegen			Glühen			Preßkosten			Röntgen			Druckprobe samt Behelfe			Abnahme			Diverses *)			Verpackung			Fremdleistungen 1) *)			Fremdleistungen 2) *)			Fracht frei			Frachtversicherung		<u>107</u>
Werkstransporte u. Bahnanschluß		<u>5</u>																																																	
Werkzeuge u. Vorrichtungen		<u>90</u>																																																	
Anwärmen zum Einrollen u. Biegen																																																			
Glühen																																																			
Preßkosten																																																			
Röntgen																																																			
Druckprobe samt Behelfe																																																			
Abnahme																																																			
Diverses *)																																																			
Verpackung																																																			
Fremdleistungen 1) *)																																																			
Fremdleistungen 2) *)																																																			
Fracht frei																																																			
Frachtversicherung		<u>107</u>																																																	
Elektroden				161	D Sonstige Kosten <u>192</u>																																														
Summe				2208	A-D Werkstoff; TB; Verarb. u. Sonst. Kosten <u>7270</u>																																														
Stoffgemeinkosten %				100	E Ausschuß - u. Wagnisrate <u>1,2%</u> <u>86</u>																																														
Fremd 1*)	0,044	0,044		1925	A-E Herstellkosten <u>7356</u>																																														
Fremd 2*)					F Verwaltungs- u. Vertriebskosten <u>12%</u> <u>884</u>																																														
Modellkosten S					G <u> </u>																																														
Summe	0,632	0,670		4233	A-G Selbstkosten ab Werk <u>8240</u>																																														
Schrott %		0,038	890	30	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Exportbonifikation</td> <td colspan="2">Zentrale Offertkalkulation</td> </tr> <tr> <td colspan="2">S/t</td> <td colspan="2">Datum</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> <td colspan="2">Name</td> </tr> </table>					Exportbonifikation		Zentrale Offertkalkulation		S/t		Datum				Name																															
Exportbonifikation		Zentrale Offertkalkulation																																																	
S/t		Datum																																																	
		Name																																																	
Werkst. K.		0,632		4203																																															

Techn. Büro, Lichtpausen, Arbeitsplanung	
Zeichnungen Std. & S	
Lichtpausen	
Arbeitsplanung	
Summe	

Ausführung	
Preisstellung: <u>412 Kalk. I</u>	

# METHOD OF PRE-STRESSING

It is clear that stresses on the tension side are very high under the given applied loads. Instead of increasing dimensions of the material on that side, we apply initial compression equal to the allowable stresses. This will double the load carrying capacity of the section. The compression is applied on the bottom flange by means of high tensile steel wires type (150/170). The wires are tensioned by a certain force  $F$  which gives compression reaction on the anchored plate as shown in Fig. (8). The problem of protecting wires from corrosion and damage have been solved by us-

ing a special type of liquid plastics to be hardened when poured on the wires.

The tension force required for pre-stressing can be calculated as follows :

$$\frac{N}{765} + N \cdot e \frac{78.3}{249.500} = 2.10$$

$$0.013 N + \frac{6131}{249.500} N = 2.10$$

$$0.0258 N = 2.1$$

$$N = 81 \text{ tons}$$

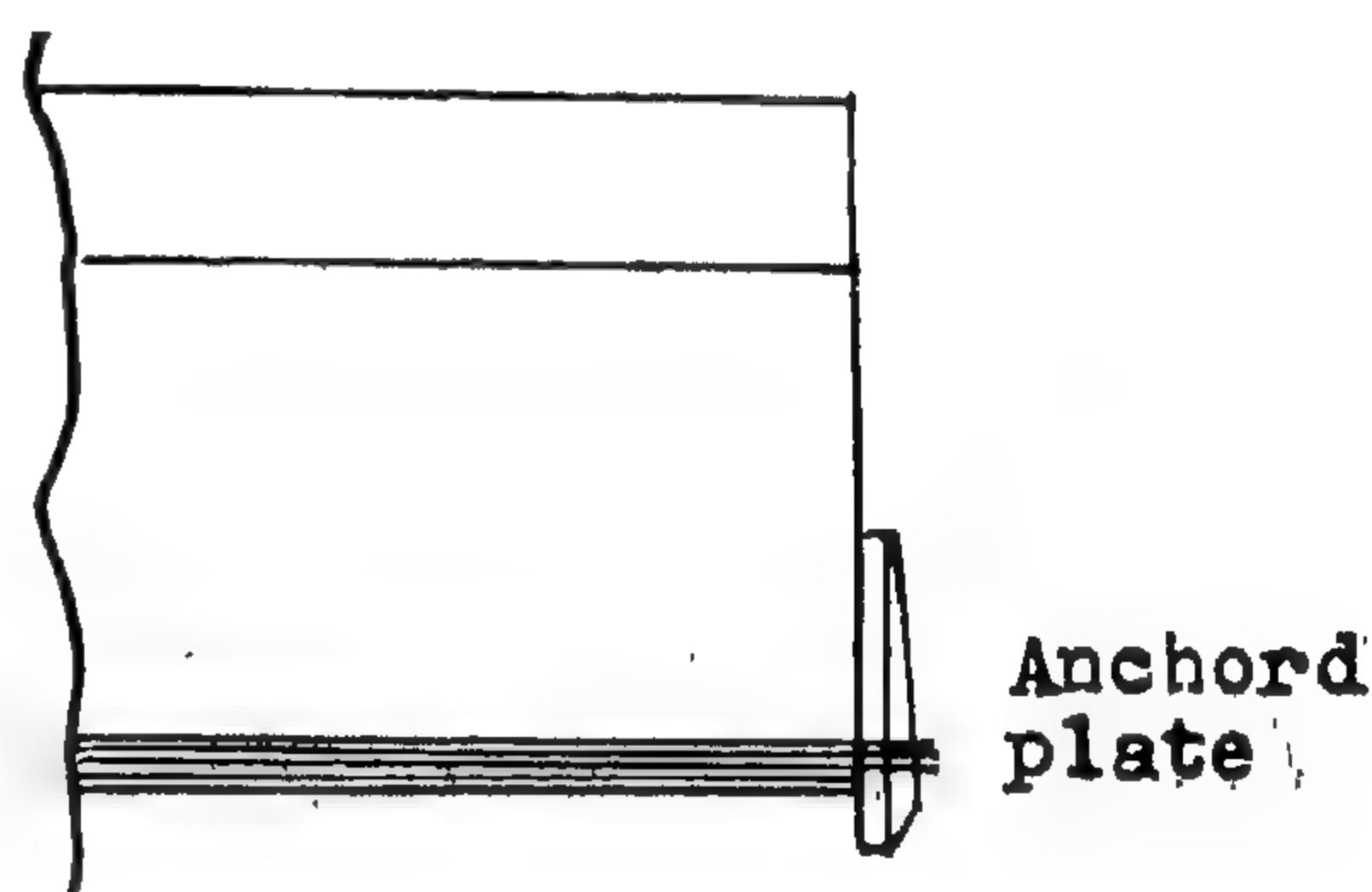
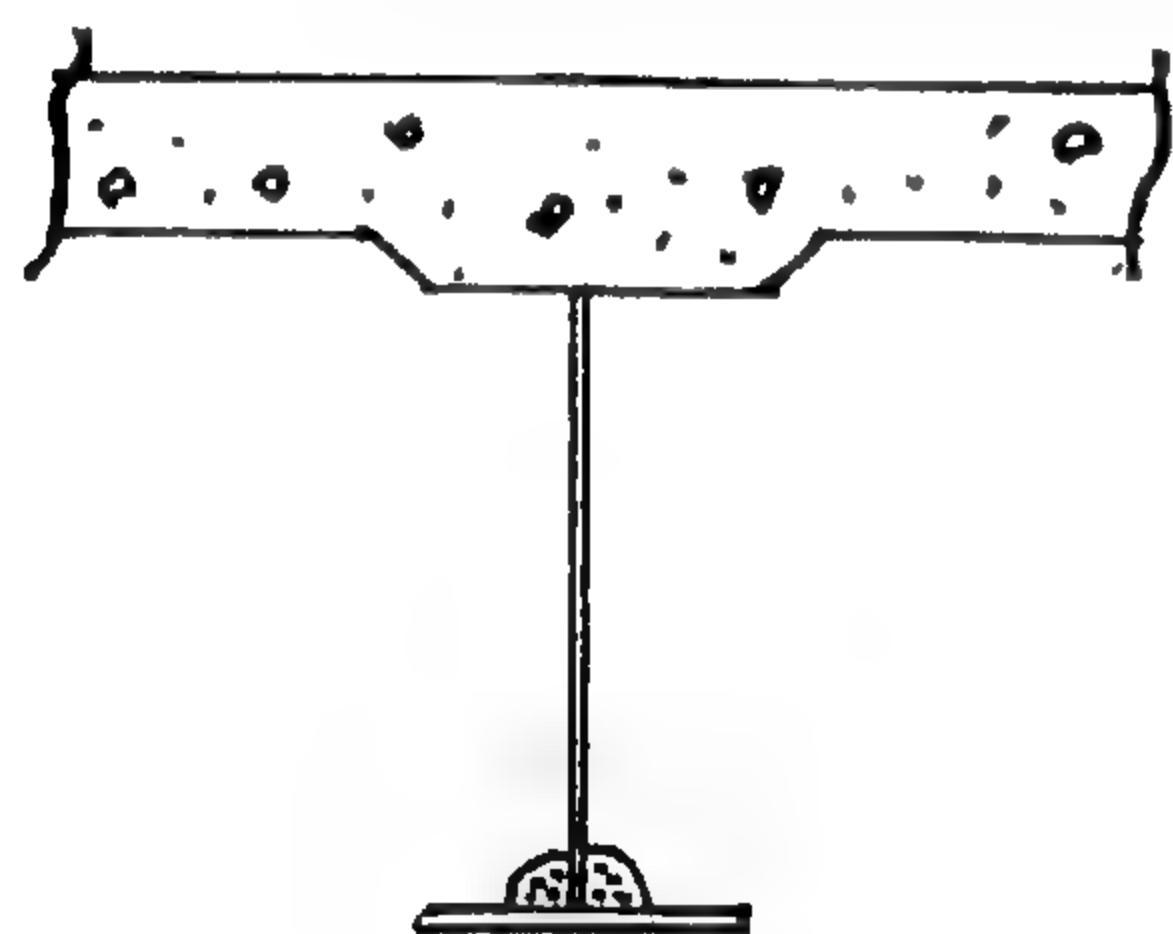


Fig. (8)

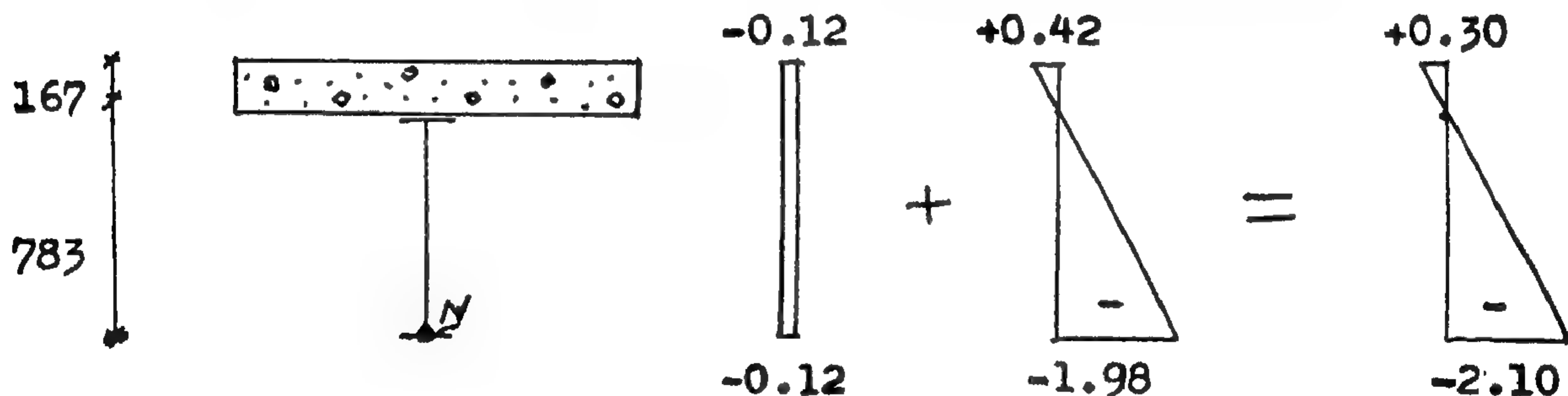


Fig. (9)

## Effect of Pre-stressing

To obtain the number of wires required, we use the condition that stresses due to pre-stressing force on wires plus the additional stresses due to the applied loads should not exceed the allowable stress of the high tensile steel wires, i.e.

max. force a wire can carry  $\times$  numbers of wires = Original force due to pre-stressing + forces in wires due to applied loads.

$$4.2 n = 81 + 4.2 \times 0.4 \times n$$

$$n = 32 \text{ } \Phi \text{ 7.5 mm (150/170)}$$

The calculation of stresses by the classical method is as follows :

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{concrete}} &= 7320 \cdot \frac{22.9}{660.762} \cdot \frac{1}{11} = 0.02 \text{ t/Cm}^2 < 0.11 \\ \sigma_{\text{top flange steel}} &= 5810 \cdot \frac{42.8}{187.780} - 7320 \cdot \frac{0.1}{660.762} = 1.4 < 2.1 \\ \sigma_{\text{bottom flange steel}} &= 5810 \cdot \frac{31.2}{187.786} + 7320 \cdot \frac{74.1}{660.762} = 2.0 < 2.1 \end{aligned}$$

For steel 44  $\sigma = 2.10 \text{ t/Cm}^2$

*Design of the cross girder on the assumption that the cross section behaves as a real combined section :*

In this case we realise that less area of

steel is required, but in the other hand the stresses in the tension side will be too high. The treatment is to use the pre-stressing technique. The cross section is shown in Fig. (6) :

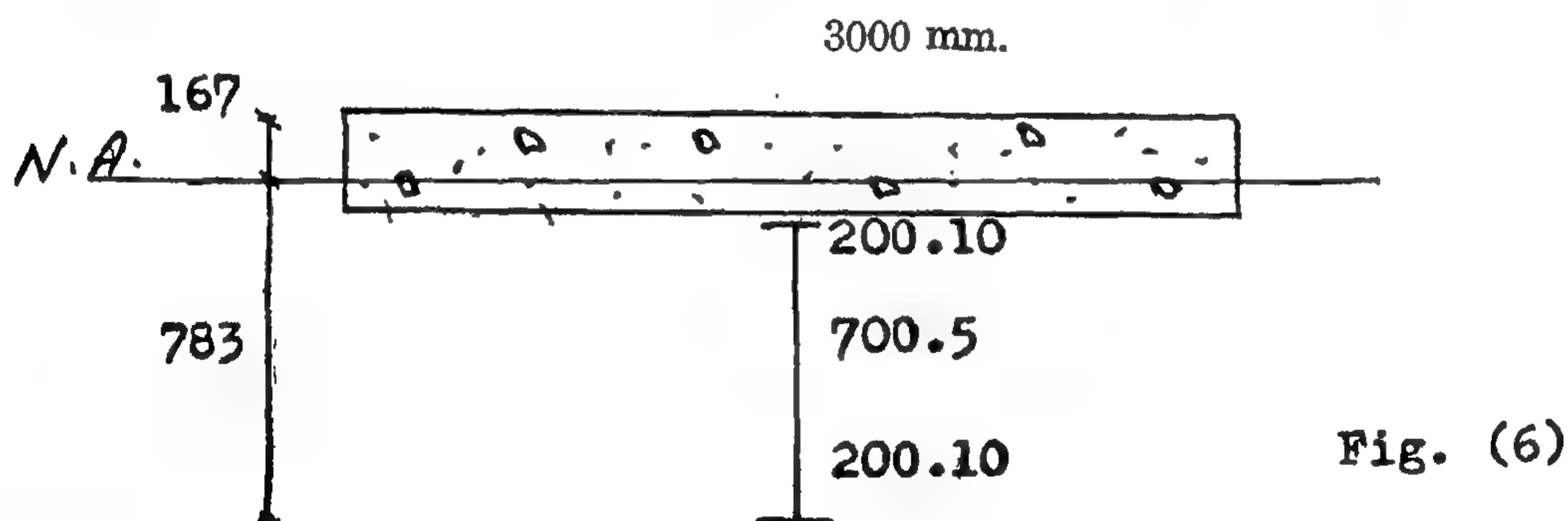


Fig. (6)

For steel section

±	200.10	20.0	+35.5	+710.0	25.200
±	700.5	35.0	—	—	14.300
±	200.10	20.0	35.5	-710.0	25.200
	75.0	—	—	—	64.700

For concrete section :

690.0	47.5	32430	1556.600
765.0	42.3	32430	1621.300
			1371.800

For combined section

249.500

The concrete used in the project is B 300 which have allowable stresses of 110 Kg/Cm<sup>2</sup>, this value related to steel is given by

$$\begin{aligned} \sigma &= 100 \frac{E_s}{E_c} \\ &= 110 \text{ xll} = 1.2 \text{ t/Cm}^2 \end{aligned}$$

Stresses on steel due to the total moment 131.3 t.m is equal to :

$$\frac{13130 \times 78.3}{249.500} = 4.2 \text{ t/Cm}^2$$

and the stress distribution along the cross section is shown in Fig. (7).

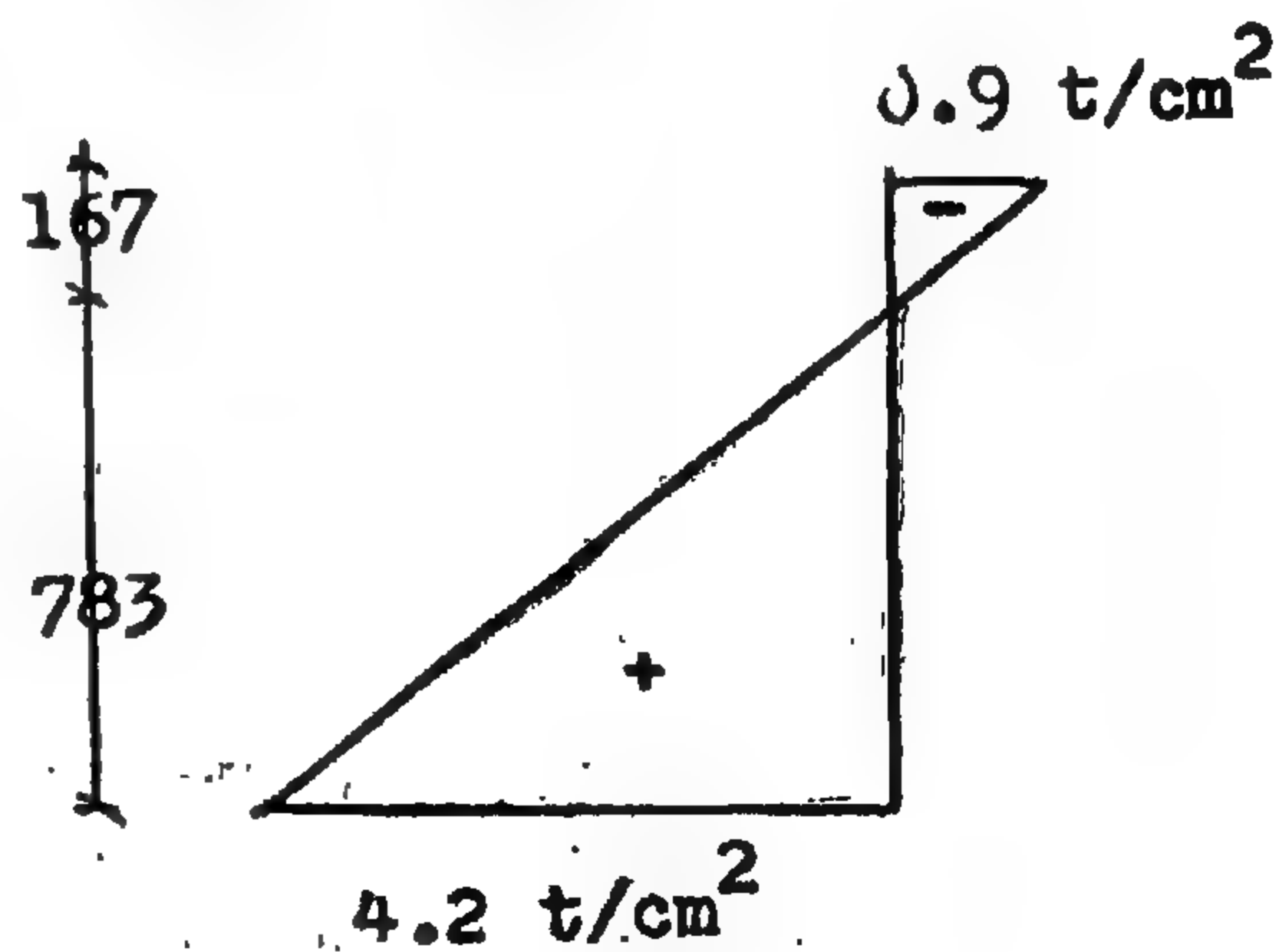
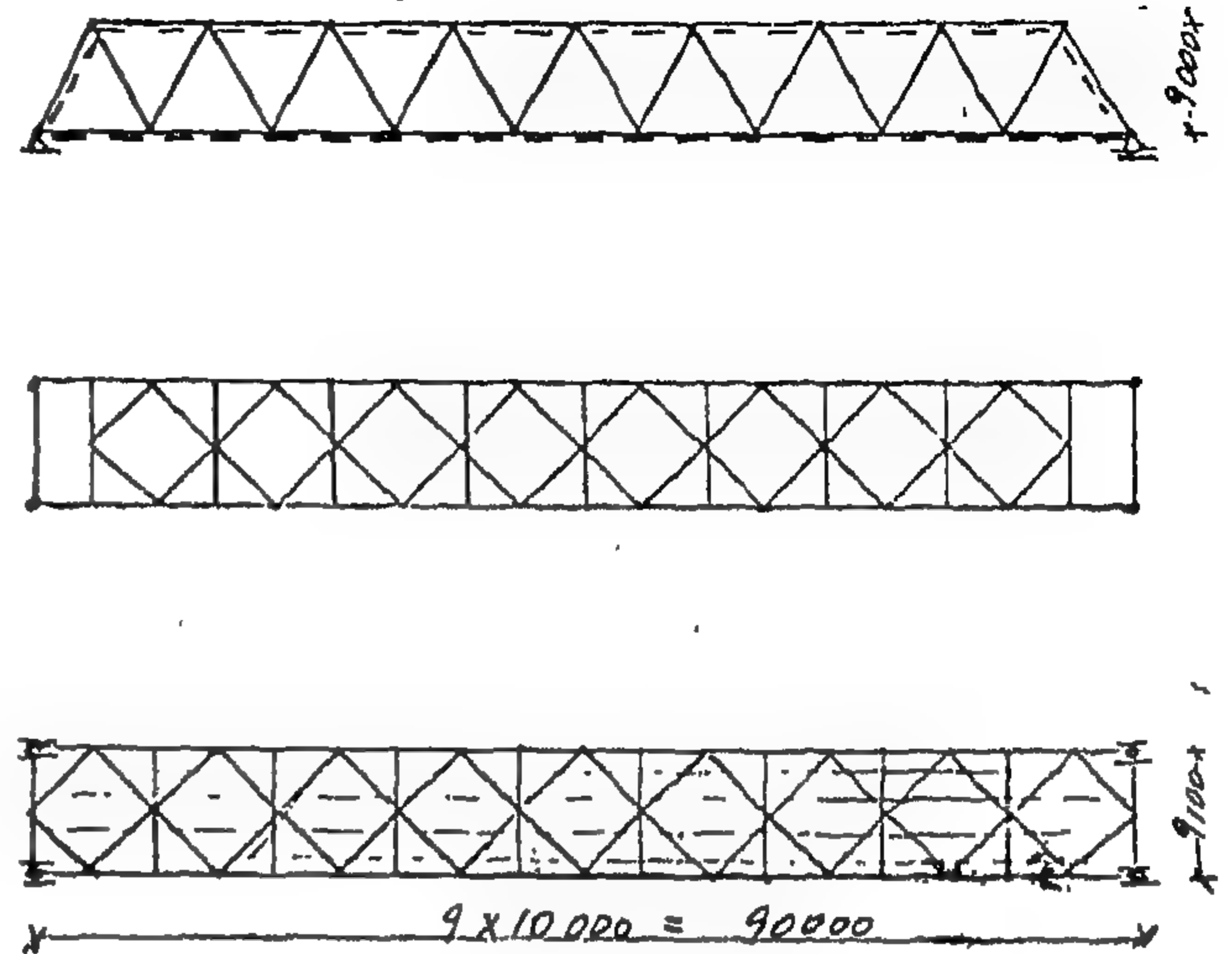
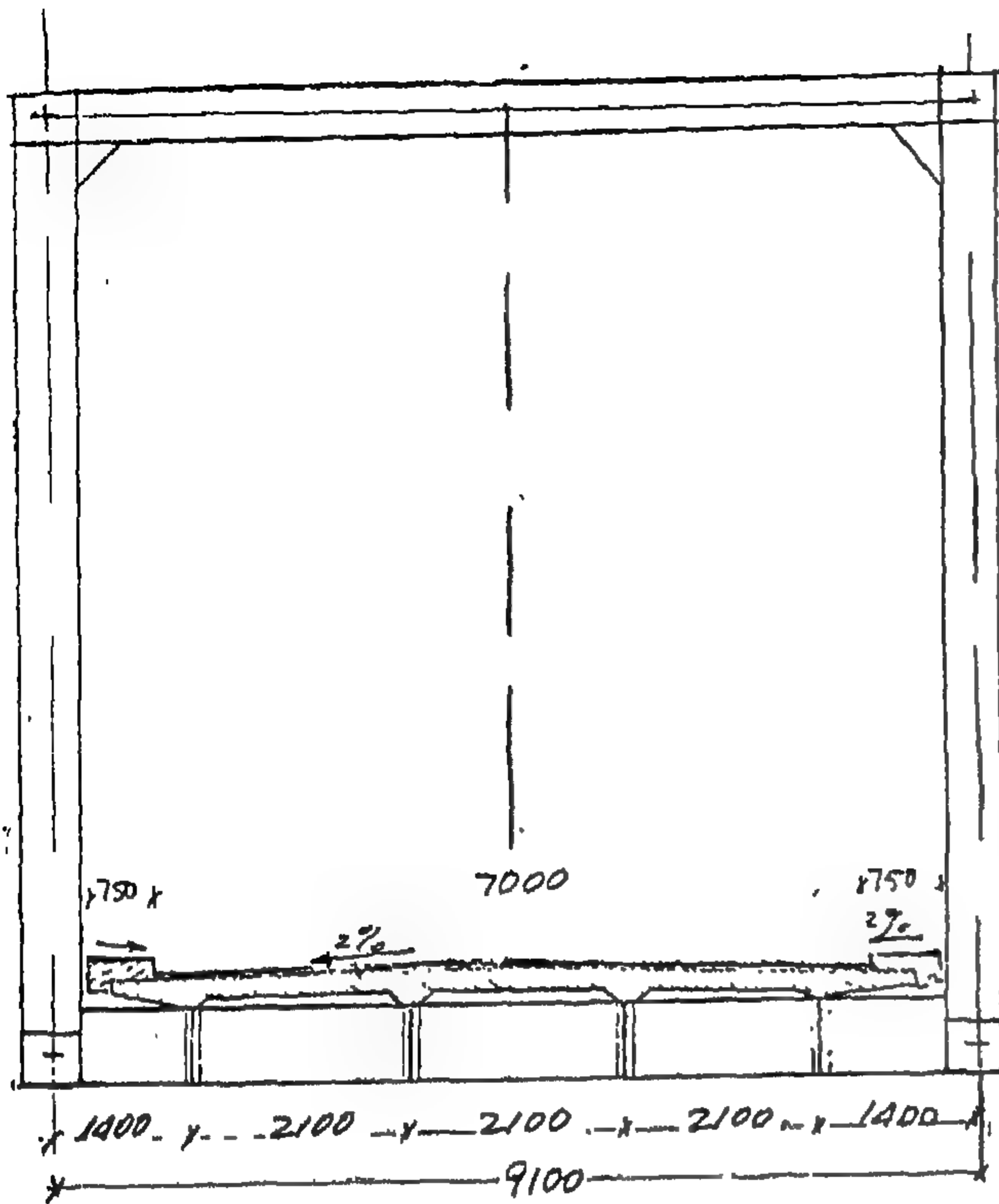


Fig. (7)





	A Cm <sup>2</sup>	y Cm	Ay Cm <sup>3</sup>	$I_{N.A} = I_o + A_y y$ Cm <sup>4</sup>
± 240.20	48.0	+ 36.0	+ 1728	62.200
± 700.10	70.0	—	—	28.600
± 400.20	80.0	— 36.0	— 2880	103.700
	198.0	5.82	— 1152	194.500
				6.720
				187.780
For steel section	198.0		— 1152	194.500
For concrete section	690.0	49.5	+ 34155	1690.673
	888.0	37.1	+ 33003	1885.173
				1224.411
For combined section				660.762

The above calculations show that

The second moment of area of steel alone  
and that for the combined section

$$= 187.780 \text{ Cm}^4$$

$$= 660.762 \text{ Cm}^4$$

The final stress distribution on the section is a combination between the stress diagram of Fig. (2) and that of Fig. (1).

From the final stress distribution Fig. (3), it can be realised that the whole concrete section is now in use and no extra reinforcement is required.

This example is a very simple picture of the idea of pre-stressing of concrete.

However, for symmetrical steel sections there is no necessity to use the pre-stressing phenomenon as far as the section resist tension as well as compression and the material is ideal to represent the ordinary stress strain distribution. But in cases of unsymmetrical sections, it is well recommended to use a method similar to that used in concrete. In these sections which are mainly combined sections (concrete and steel), the neutral axis is shifted far away from the centre of the beam. The resulting stress distribution is tremen-

dously high in one side as shown in Fig. (4). This can be clearly appeared in building construction when composite sections are used. The known solution of this difficulty is to choose a bigger steel section which will balance the position of the neutral axis.

In bridges, main girders as well as cross girders are good examples of this phenomenon. To overcome the difficulty of the appeared high stresses, the designers used to divide loads into two parts, part resisted by the steel section alone and part resisted by the combined section. That means they did not consider the section as a rigid composite section which is not the actual case.

In the above two cases, the section always increased in dimension to carry the applied loads safely.

This follows increase in weight and successive increase in cost.

### PRE-STRESSING OF COMPOSITE SECTIONS

In this paper, a method for pre-stressing is suggested for such sections. This method is already used in the design of 9.10 meters cross girders of a bridge shown in Fig. (B) of 90.0 meters span to be built in IRAN. The design of these girders are made during my stay in a design office in Austria. According to there specifications, the calculated maximum moments are :

due to live loads = 73,2 t.m.

due to dead loads = 58,1 t.m.

Total moments = 131,3 t.m.

According to the ordinary design, we assume a section of the cross girder with the bridge deck as shown in Fig (5).

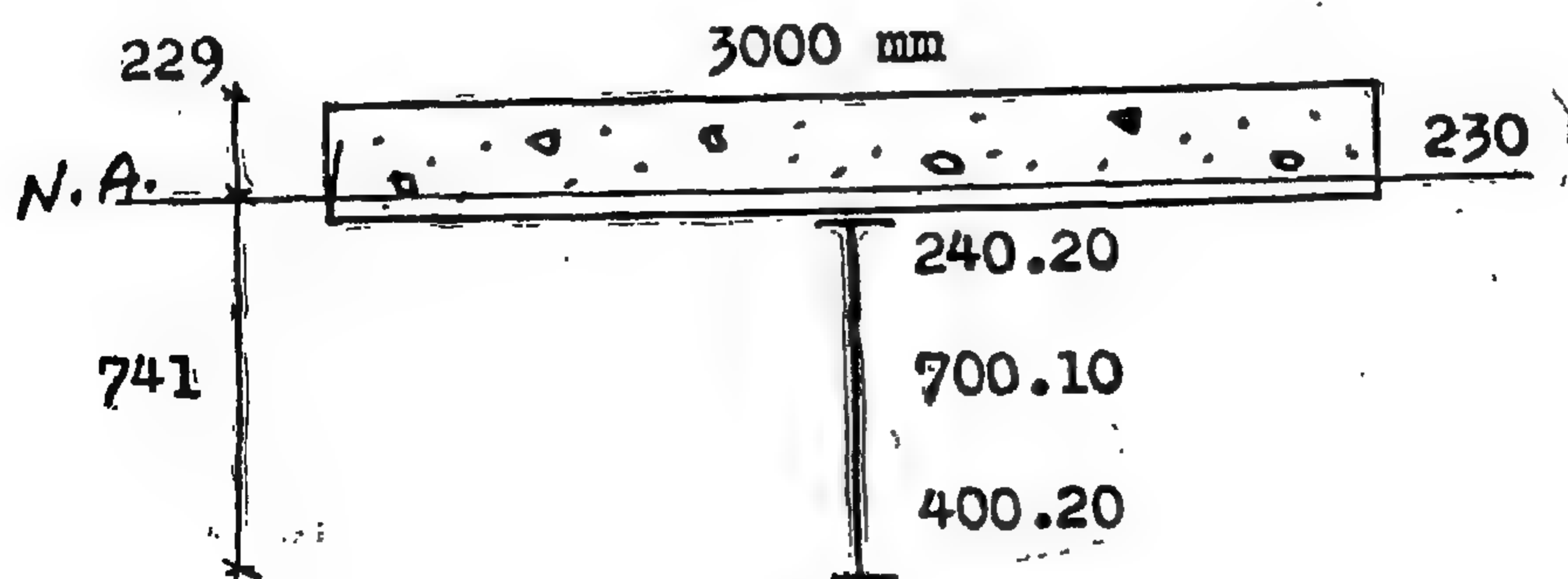


Fig. (5)

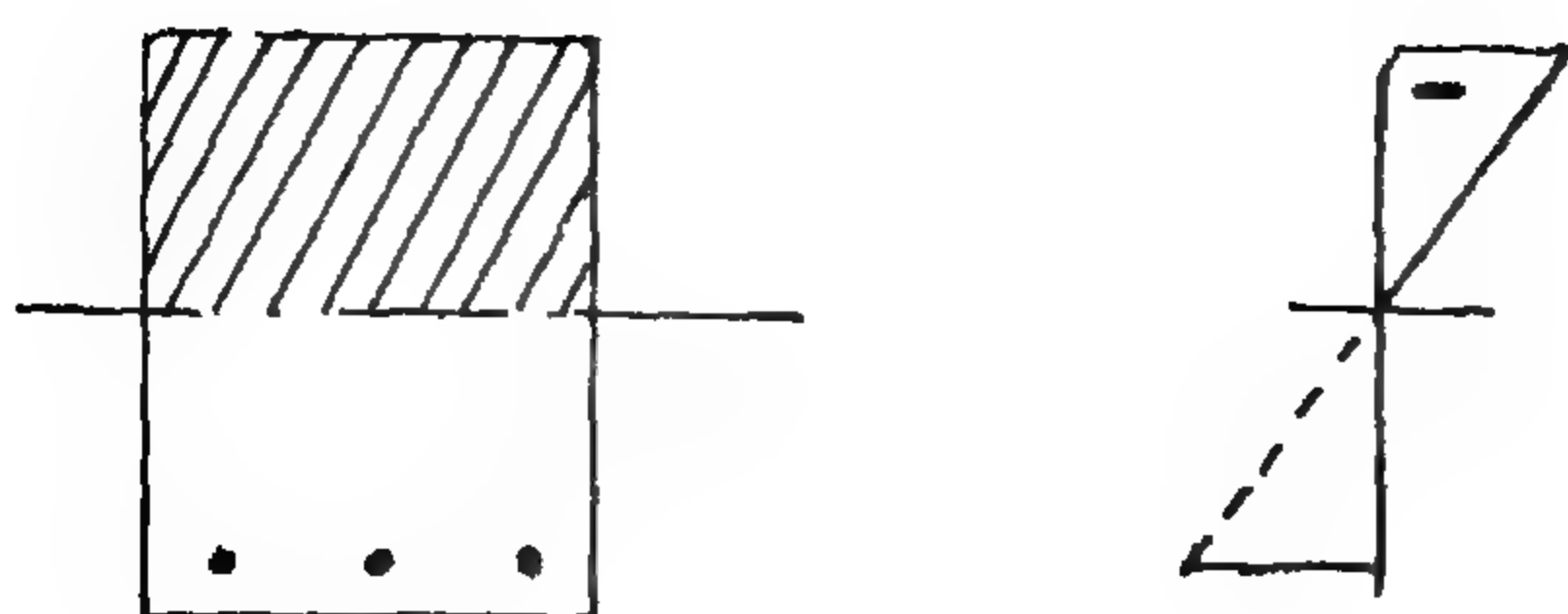


Fig. (1)

Ordinary stress distribution.

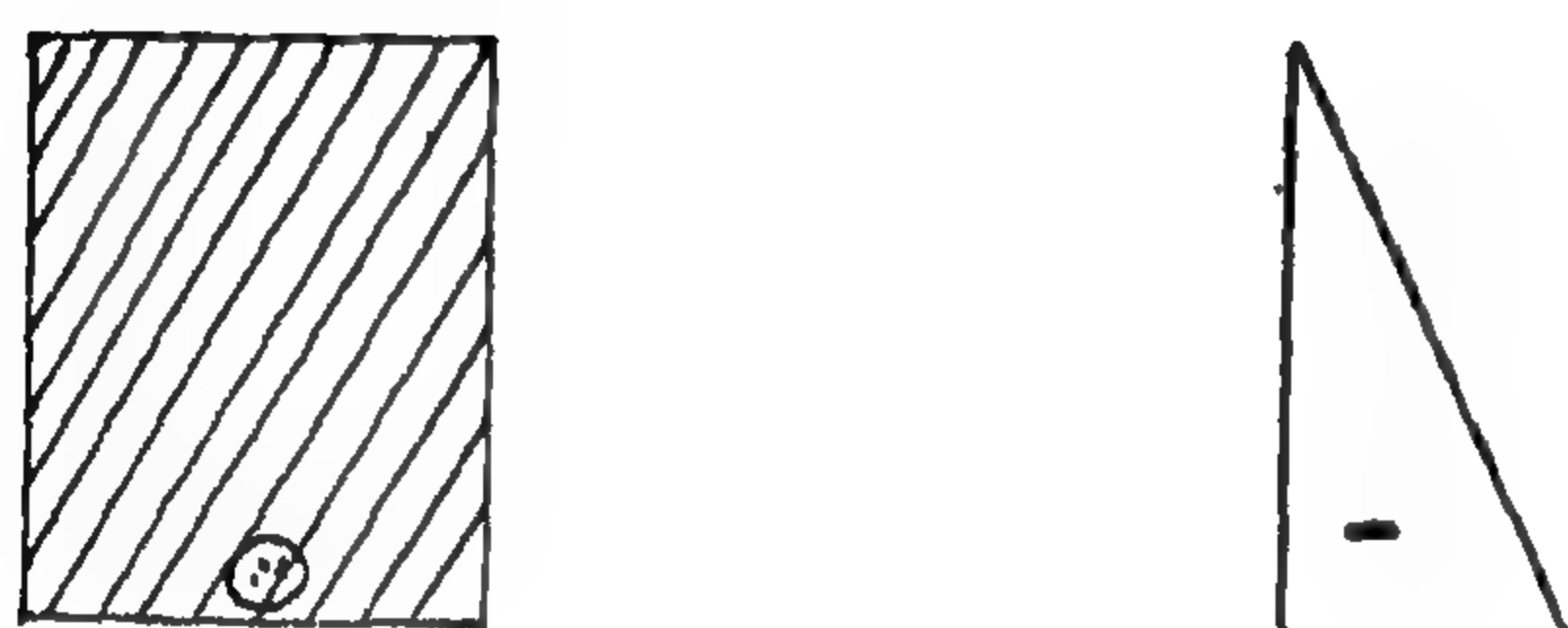


Fig. (2)

Effect of pre-stressing.

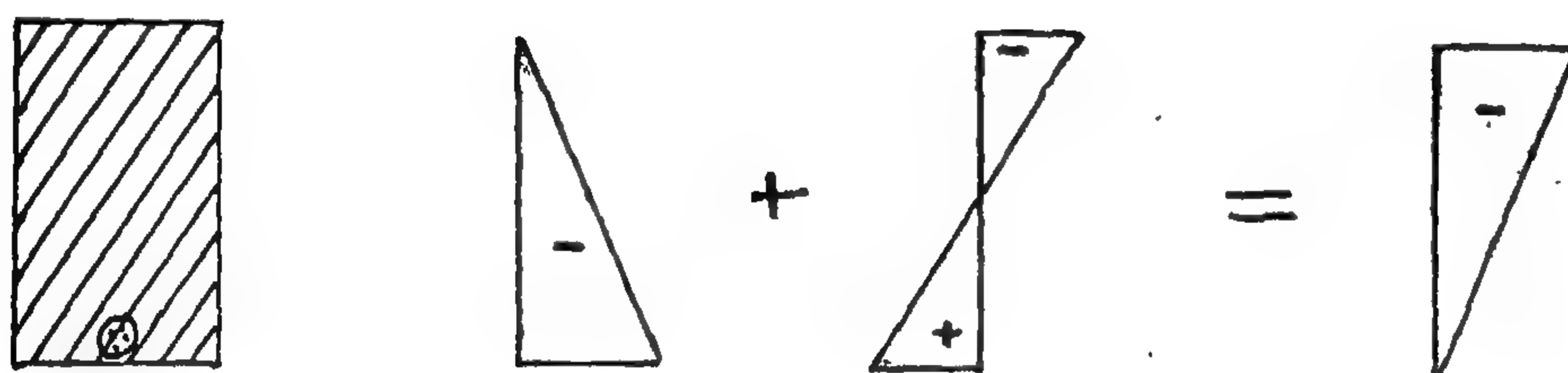


Fig. (3)

Final stress distribution.

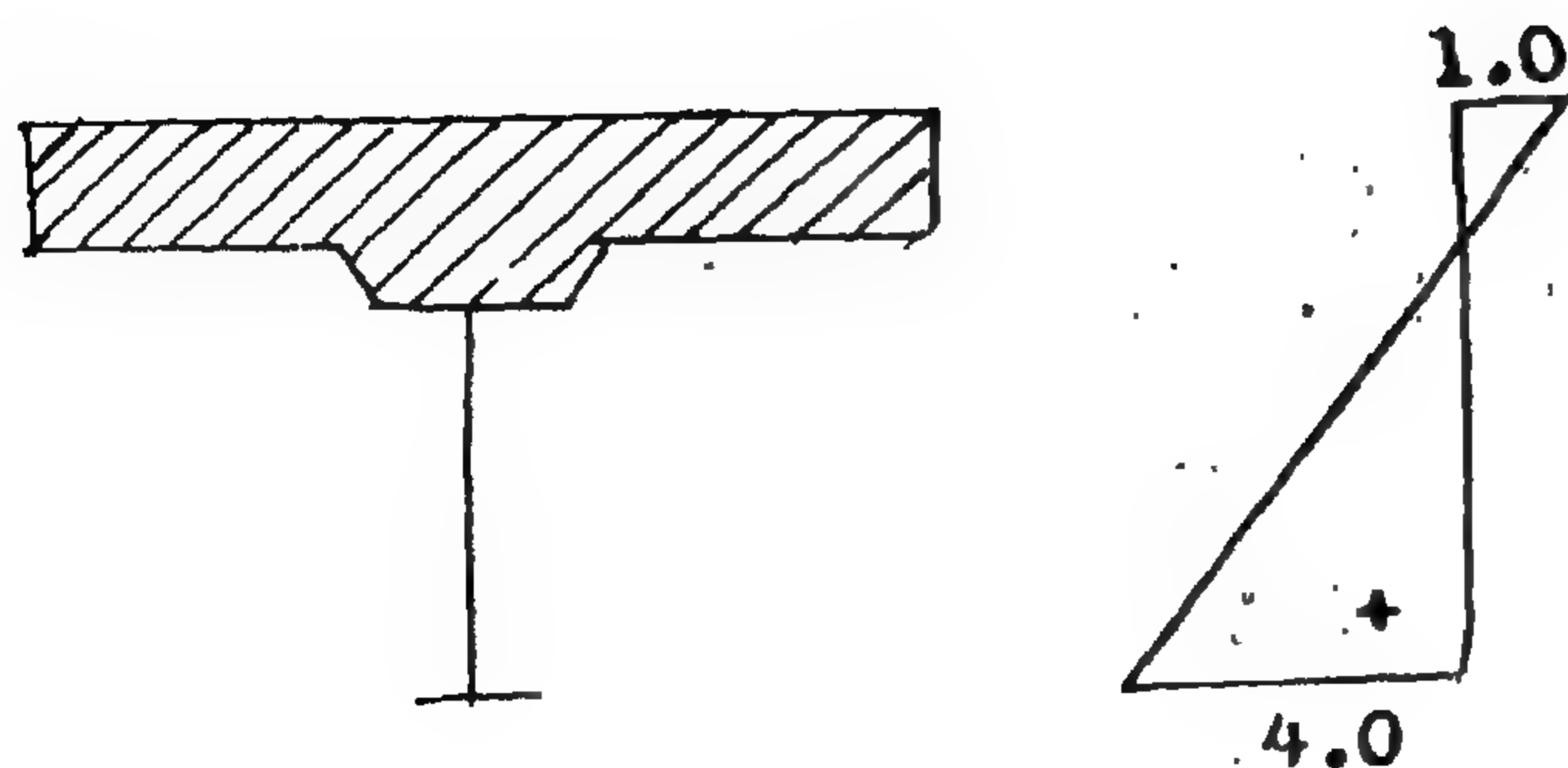


Fig. (4)

Stress distribution in composite sections.



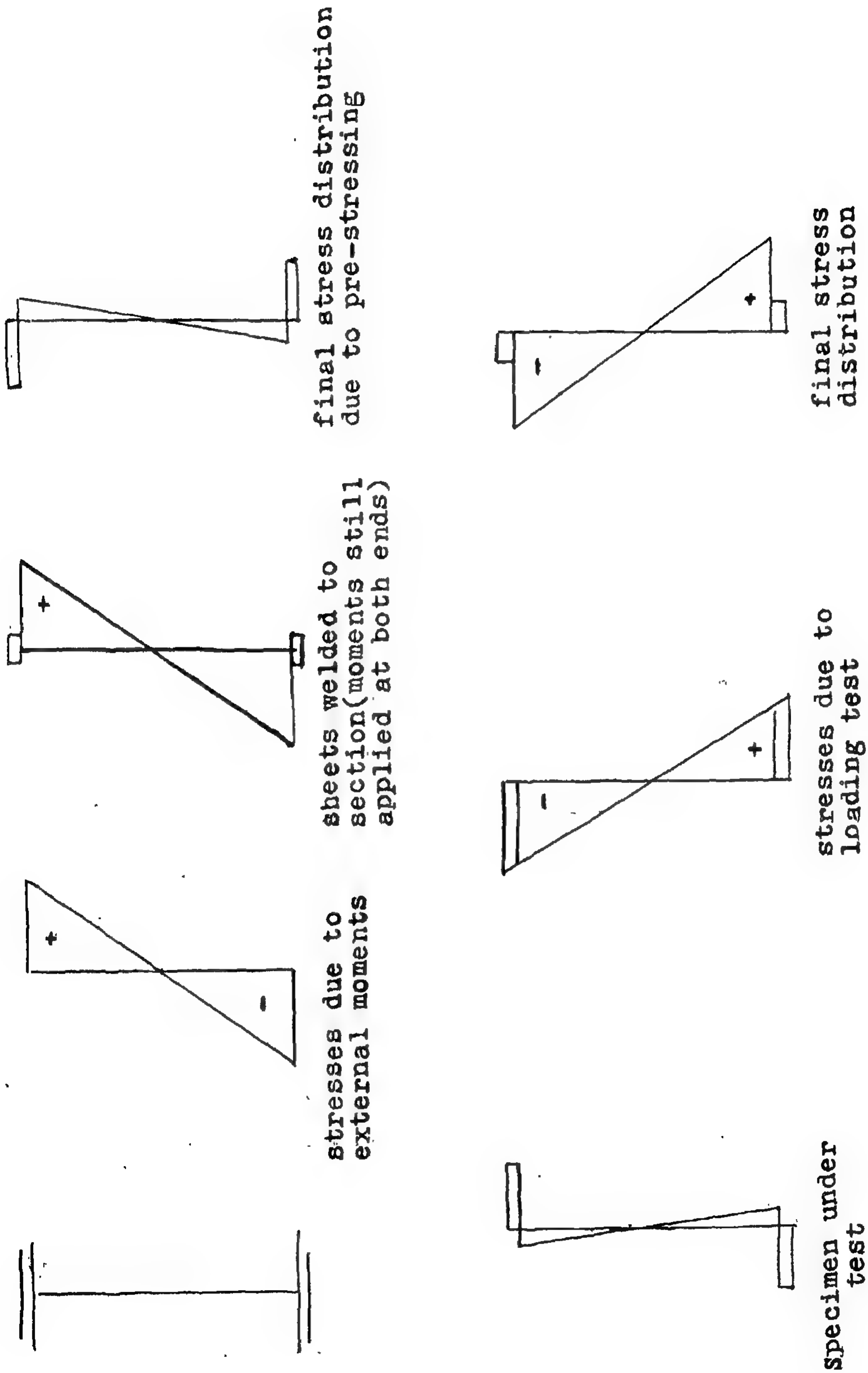


Fig. A

# INVESTIGATION ON PRE-STRESSING OF COMPOSITE SECTIONS

*By*

ELSAYED ELBADAWY ABDELMIGID  
B.Sc. MSc. Tech., Ph.D.

## SUMMARY

Pre-Stressing is an Engineering Method to optimise the design of structures.

Pre-Stressing of concrete is efficient in

most cases while for symmetrical steel sections it makes results worse. For combined sections, it gives the most economical design and the optimum weight.

## INTRODUCTION

Two years ago, a study on pre-stressing of steel sections have been made in the strength of materials laboratory, Cairo University. Tests were made on prestressed S.I.B. section No. 12 with one meter span. Pre-stressing have been reached by applying moments at both ends while sheets of the same metal were welded on each side of the stressed beam.

After weld, the external moments were released and accordingly the top sheet became under compression while the bottom sheet became under tension (see Fig. A).

During bending test, the specimen placed upside down hoping that the pre-stressing tension (on the top fibers) and the pre-stressing compression (on the bottom fibers) will help the final stress under loading, results are completely discouraging and reasons were explained in Fig. (A).

A second go have been tried in the summer of 1969 by using the idea of pre-stressing in the design of composite sections which becomes the subject of this paper.

It will be more useful if the general idea of pre-stressing is firstly declared.

## PRE-STRESSING

A simply supported reinforced concrete beam under uniform distributed load is a good example to visualise the phenomenon of pre-stressing. Suppose the R.C. cross section is as shown in Fig. (1). For the given stress distribution, it can be realised that half of the section (which is in compression) is only in use.

The lower half is not taken into the analysis as far as the concrete has a negligible

tensile stress. The steel reinforcement in this case carries the total tensile force. This shows that the theoretical efficiency of the section is only 50%.

To make a better use of the section, the distribution of stresses given in Fig. (1) should be changed. A pre-stressing method is used to produce initial compression on the section. An idealised distribution of stresses due to pre-stressing is a triangular shown in Fig. (2).

---

\* Lecturer, Faculty of Engineering, Cairo University.

only at improved power factors close to unity. At lower power factors, the synchronous motors, in this case, may badly affect the steady state stability of the load centre (Fig. 3 curve for  $X_d = 2,0$ ). For the case of  $X_d = 2,0$  the synchronous motors, in our case, will lose

their stable operation at p.f. nearly equal to 0,85. Moreover, it was found that the steady state stability voltage limit is very slightly affected by the saliency of the synchronous motors.

### CONCLUSIONS

1. The use of shunt capacitors for power factor improvement has a bad effect upon the steady state stability of the load centres.

2. The compensation of reactive power by operating synchronous motors overexcited enhances the steady state stability of the load centres. This effect is salient when large synchronous motors are equipped with AVR.

3. The steady state stability of load centres is better for strong supply systems, i.e. higher short circuit powers.

4. The use of AVR in power stations is essential to help the stability limits of the loads.

### REFERENCES

1. Leon Madjar Der Leistungsfactor COS  $\Phi$  In Russian. Gosenergoizdat, Moscow, 1961.
2. Instructions for increasing the power factor of Load Centres. Gosenergoizat, Moscow, 1955.
3. Litvak L.V. Optimum compensation of reactive power at load centres. Gosenergoizdat, Moscow, 1963.
4. Markovitch E.M. and Sovalov S.A. About the practical criteria of steady state stability. Elektrichestvo, 1945, No. 3.



to  $\cos \psi_L = 1,0$  has a bad effect upon the steady state stability of the load centre, since it decreases the margin of the allowable voltage drop. On the other hand, the use of synchronous motors to improve the resultant power factor to  $\cos \psi_L = 1,0$  enhances the steady state stability of the load centre (Curve 3). Using shunt capacitors the reactive power compensation decreases with the drop of supply voltage, while the reverse is true in case of synchronous motors.

It is clear from Fig. 2 that the steady state stability of load centres is better for higher values of short circuit power of the supply system.

The effect of the initial power factor upon the steady state stability of the load centre was also investigated. It was found that the

improvement of the power factor from 0,9 to 1,0 by using shunt capacitors, increases the steady state stability voltage limit from 0,77 to 0,83 (Fig. 3 dotted curve). On the other hand, it was found that the equivalent reactance of the synchronous motors used to improve the power factor has a big effect upon the steady state stability of the load centre. When the synchronous motors are equipped with automatic voltage regulators, the equivalent reactance will be in the order of  $0,5 \div 1,0$  and approximately equals the transient reactance. In this case, the steady state stability of the load centre is greatly improved and the initial power factor has a small effect upon the voltage limit (Fig. 3 curves for  $X_d' = 0,5$  and 1,0). However, if the synchronous motors are not equipped with AVR, they may enhance the steady state stability of the load centre

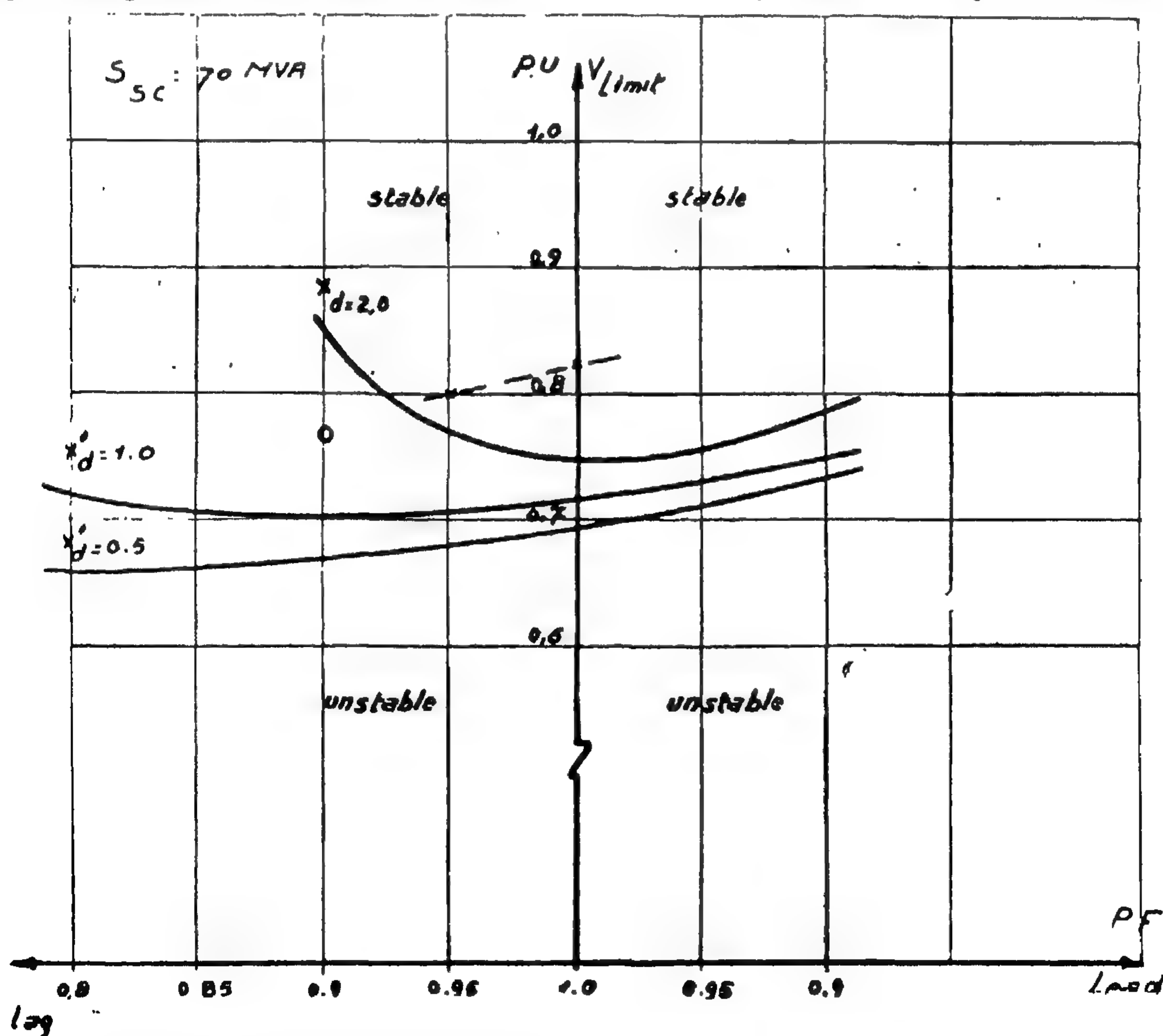


Fig. 3. — Steady state stability voltage limit versus the power factor of the load centre. For induction motors only. P.F. improved by shunt capacitors. 50% of load is I.M. and 50% is S.M. with different reactances.

V for a line length equal to 30 KM. It could be seen, that if the generators of the power station are not equipped with automatic voltage regulators, steady state stability of the load centre could not be maintained even at nominal voltage. On the other hand, the presence of proportional type AVR secures the steady state stability of the load centre even at lower supply voltage having, in this case, a limiting value of 0.77 in p.u. of its nominal value. It was found, that the voltage limit increases with line length. It should be noted, that the same results were obtained by using

$$\frac{dE}{dV} \geq 0.$$

In interconnected power systems, it may be more suitable to investigate the steady state voltage limit as a function of the short circuit

power of the system, which could be determined, in this case, as :

$$S_{s.c.} = \frac{V_n^2}{Z_s}$$

Where  $V_n$  — the nominal supply voltage;  
 $Z_s$  — the system input impedance as viewed from the supply busbar and determined with the generators represented by their transient reactances.

Fig. (2) illustrates the variation of the steady state stability voltage limit with the system short circuit power. Curve 1 shows the voltage limit of a load centre composed of only induction motors with natural power factor of 0.9. Curve 2 indicates that the use of shunt capacitors to improve the power factor

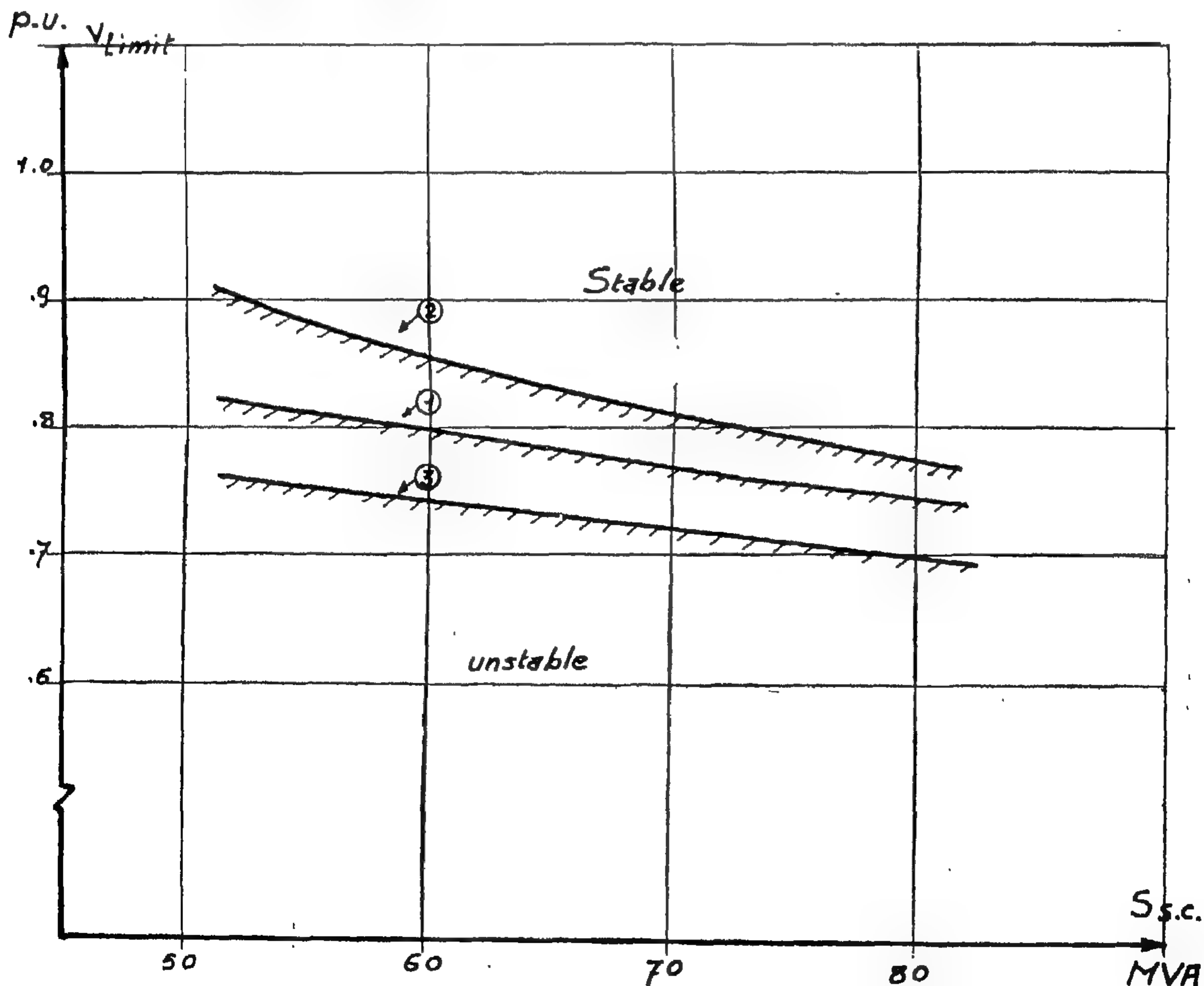


Fig. 2 .— Variation of the Steady State Stability Voltage Limit with the System Short Circuit Power.

## STEADY STATE STABILITY LIMITS OF LOAD CENTRES

To investigate the steady state stability limits numerical calculations were carried out for a 37 MW load centre consisting mainly of induction motors supplied through a 66 KV T.L. from a power station of approximately

the same rating. The criterion  $\frac{d \Delta Q}{d V}$  was

applied. It should be noted, that  $\Delta Q$  is the difference between the supply reactive power  $Q_G$  and that of the load  $Q_L$ , resulting from a deviation in the supply voltage  $V$ .

Fig. (1) illustrates the variation of the reactive power  $\Delta Q$  with the supply voltage

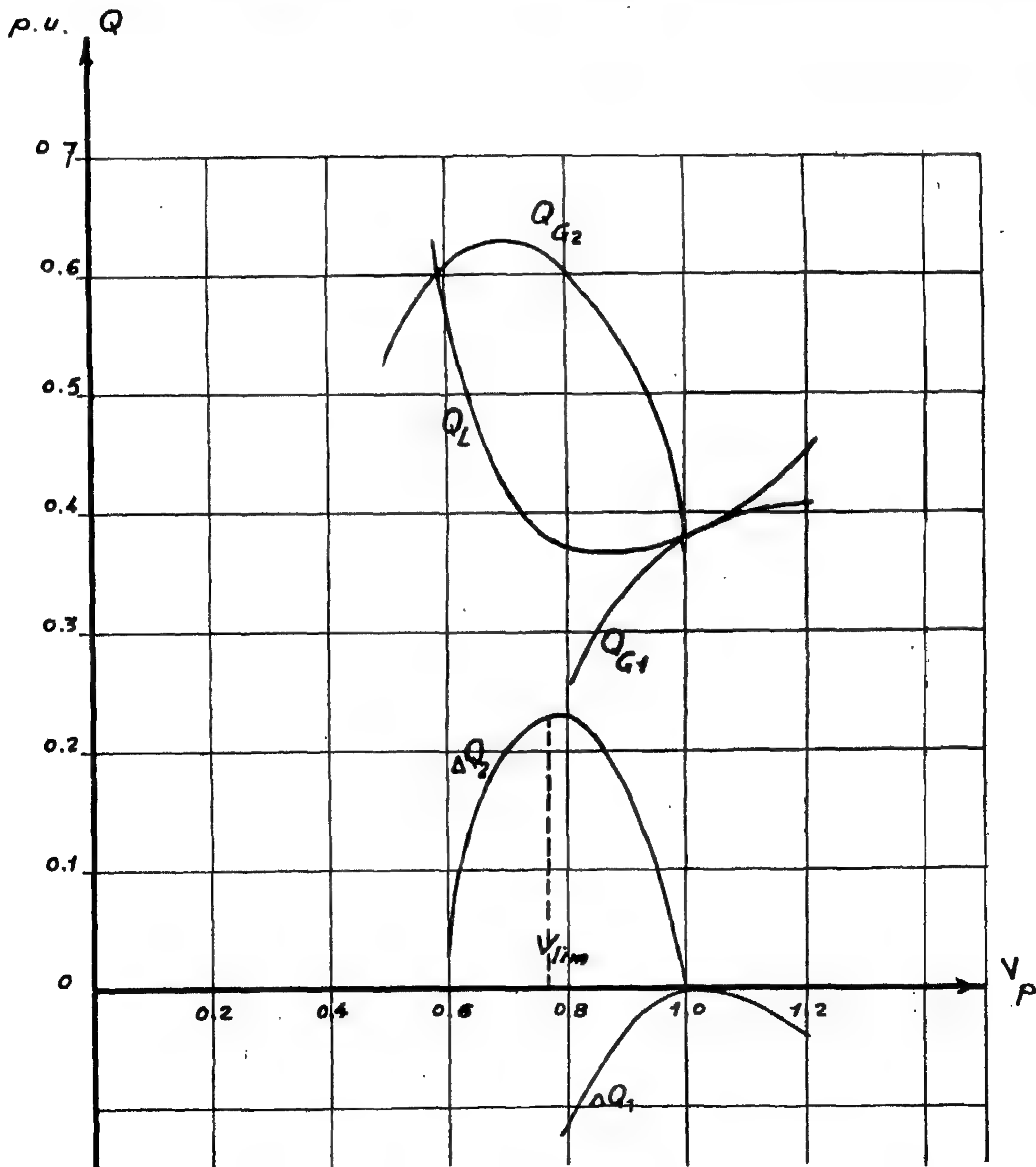


Fig. 1. — Variation of Reactive Power with the Supply Voltage.



# STEADY STATE STABILITY OF LOAD CENTRES AS AFFECTED BY POWER FACTOR IMPROVING FACILITIES

By

Dr. HAMDY M. EL-SHAIR  
Head of Network Analysis Centre,  
Electricity General Corporation

Eng. YEHYA ABU-ALAM  
Network Analysis Centre,  
Electricity General Corporation

## INTRODUCTION

In order to minimise the energy losses in power systems, as well as, to increase the capability of the transmission and distribution networks, it is a common practice to operate load centres at a satisfactory power factor. The natural power factors of some of load centres may reach a value lower than 0,5 [1].

Practically all the Authorities, dealing with supply of electric power, determine the price of the energy unit at a specified value of power factor, usually  $0,92 \div 0,9$ . Moreover, if a customer consumes energy at a better power factor, he gets a certain contracted bonus on the other hand, penalty [2].

To improve the power factor of the load centres, beside the suitable choice of the rat-

ings of the motors and supply transformers, there are three main methods [3], namely :

- by the use of synchronous condensers, usually installed at main substations;
- by installing shunt capacitors at the supply busbar of the load centre;
- by operating synchronous motors, if available, overexcited to supply reactive power.

The use of synchronous condensers in power systems was the subject of numerous investigations, which ascertained that they enhance the steady state stability of the whole system.

The effect of shunt capacitors and synchronous motors upon the steady state stability of load centres will be the subject of this paper.

## STEADY STATE STABILITY CRITERIA

The general attack to study the steady state stability of any dynamic system is based upon the analysis of the roots of the characteristic equation, obtained by applying the method of small oscillations to the differential equations of the system under study. For systems, in which self-hunting phenomenon is excluded, it is possible to apply some practical criteria to determine the steady state stability limits.

It was found, that the practical criteria

$$\frac{d \Delta Q}{d V} \leq 0; \frac{d E}{d V} \geq 0; \frac{d P}{d s} \geq 0, \text{ could be ap-}$$

plied in power systems, to indicate the steady state stability of load centres [4]. Moreover, the application of these criteria show, that the steady state stability limit of load centres is practically the same.

## BIBLIOGRAPHY

- 1) "Centrifugal and axial flow pumps", by A. J. Stepanoff, John Wiley and Sons, Inc., N.Y., 1948.
- 2) "Some NACA research on centrifugal compressors", by I. A. Johnson and A. Ginsburg, Trans. A.S.M.E., Vol. 75, No. 5 1953, p. 805.
- 3) "Some aerodynamic investigations in centrifugal impellers" by J. T. Hamrick, Trans. A.S.M.E., Vol. 78, No. 3, 1956 p. 603.
- 4) "The flow through centrifugal compressors and pumps", by H. E. Sheets, Trans. A.S.M.E., Vol. 72, 1950, p. 1000.
- 5) "Effects of Impeller Design and Surface Roughness on the performance of Centrifugal Pumps", by F.A. Varley, Proceedings of I.M.E., Vol. 175, No. 21, 1961.
- 6) "Potential Flow through Centrifugal Pumps and Turbines" by E. Sorensen, N.A.C.A., TM No. 973, 1941.
- 7) "Some Theoretical Aerodynamic Investigations of Impellers in Radial and Mixed Flow Centrifugal Compressors", by J.D. Stanitz, Trans. A.S.M.E., Vol. 74 1952, p. 493
- 8) "Des Forderhohenverhaltnis radialer Krieselpumpen mit logarithmischspiralgig-G.F. Wislicenus, McGraw-Hill Book Co., en schaufeln", by A. Busemann, Z. angew. Math. Mech., Vol. 8, 1928, p. 372.
- 9) "Fluid Mechanics of Turbomachinery", by Inc., New York, 1947.
- 10) "An experimental and theoretical investigation of two dimensional centrifugal-pump impellers", by A.J. Acosta, Trans. A.S.M.E., Vol. 76, 1954, p. 749.
- 11) "A contribution to the Problem of Designing Radial Turbomachines", by OE. Balje, Trans. A.S.M.E., Vol. 74, 1952, p. 451,—
- 12) "On the Exit velocity and Slip Coefficient of Flow at the Outlet of the Centrifugal Pump Impeller, by T. Kasai, Mem. Fac. Engn. Kyushu, Vol. 8, p. 1, 1936.
- 13) "Experimental Determinations of the Flow Characteristics in the Volute of Centrifugal Pumps", by R.C. Binder and R.T. Knapp, Trans. A.S.M.E., Vol. 58, p. 649, 1936.

For backward curved blades :

$$G_{d(1-m)} = \frac{W_{1d} - W_{md}}{\ell/2}$$

$$= N \cdot \frac{24}{\theta} \frac{\epsilon (\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2} \left\{ \sec \beta_1 \left( \frac{2}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) \right.$$

$$- \frac{2\pi}{Z} \sin \beta_1 \left( \frac{2 - \frac{2}{3} \frac{a_1}{R}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) - \frac{\lambda_m \tan \beta_1}{\sin \beta_m} \left( \frac{2}{2 - \frac{a_m}{R} + \frac{a_m^2}{3R^2}} \right)$$

$$\left. + \frac{\pi}{Z} \left( \frac{1+\epsilon}{\epsilon} \right) \sin \beta_m \left( \frac{2 - \frac{2}{3} \frac{a_m}{R}}{2 - \frac{a_m}{R} + \frac{a_m^2}{3R^2}} \right) \right\}$$

$$G_{t(m-2)} = \frac{W_{mt} - W_{2t}}{\ell/2} = N \cdot \frac{24}{\theta} \frac{\epsilon (\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2}$$

$$\left\{ \frac{\lambda_m \tan \beta_1}{\sin \beta_m} \left( \frac{2 - \frac{2}{3} \frac{a_m}{R} + \frac{a_m^2}{3R^2}}{2 - \frac{a_m}{R} + \frac{a_m^2}{3R^2}} \right) + \frac{\pi}{Z} \left( \frac{1+\epsilon}{\epsilon} \right) \sin \beta_m \left( \frac{2 - \frac{4}{3} \frac{a_m}{R}}{2 - \frac{a_m}{R} + \frac{a_m^2}{3R^2}} \right) \right.$$

$$\left. - \frac{\lambda_m \tan \beta_1}{\sin \alpha_2} \left( \frac{2 - \frac{2}{3} \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) - \frac{2\pi}{\epsilon Z} \sin \alpha_2 \left( \frac{2 - \frac{4}{3} \frac{a_2}{R}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right\} \dots (9)$$

For forward curved blades

$$G_{d(1-m)} = N \cdot \frac{24}{\theta} \frac{\epsilon (\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2} \left\{ \sec \beta_1 \left( \frac{2 - \frac{2a_1}{R} + \frac{a_1^2}{R^2}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) \right.$$

$$- \frac{2\pi}{Z} \sin \beta_1 \left( \frac{2 - \frac{4}{3} \frac{a_1}{R}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) - \frac{\lambda_m \tan \beta_1}{\sin \beta_m} \left( \frac{2 - \frac{2a_m}{R} + \frac{a_m^2}{R^2}}{2 - \frac{a_m}{R} + \frac{a_m^2}{3R^2}} \right)$$

$$\left. + \frac{\pi}{Z} \left( \frac{1+\epsilon}{\epsilon} \right) \sin \beta_m \left( \frac{2 - \frac{4}{3} \frac{a_m}{R}}{2 - \frac{a_m}{R} + \frac{a_m^2}{3R^2}} \right) \right\}$$

$$G_{t(m-2)} = N \cdot \frac{24}{\theta} \frac{\epsilon (\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2} \left\{ \frac{\lambda_m \tan \beta_1}{\sin \beta_m} \left( \frac{2}{2 - \frac{a_m}{R} + \frac{a_m^2}{3R^2}} \right) \right.$$

$$+ \frac{\pi}{Z} \left( \frac{1+\epsilon}{\epsilon} \right) \sin \beta_m \left( \frac{2 - \frac{2}{3} \frac{a_m}{R}}{2 - \frac{a_m}{R} + \frac{a_m^2}{3R^2}} \right) - \frac{\lambda_m \tan \beta_1}{\sin \alpha_2} \left( \frac{2}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right)$$

$$\left. - \frac{2\pi}{\epsilon Z} \sin \alpha_2 \left( \frac{2 - \frac{2}{3} \frac{a_2}{R}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right\} \dots \dots \dots (10)$$



The values of  $\alpha_1$  were taken from Busemann's results<sup>(8),(9)</sup> Since the values of  $G$  are dependent on the speed of impeller  $N$ , which is an external duty variable (not an internal

design variable), values of  $\frac{G}{N}$  or  $\frac{G'}{30 \omega / \pi}$  are calculated and drawn in figures.

It must be borne in mind that the above

\*  $\theta$  is calculated from the following analytical relations:—

$$\text{For B curved blade, } \cos \theta \left\{ \frac{D_1 D_2}{R^2} \cos(\beta_2 - \beta_1) - 1 \right\} - \sin \theta \left\{ \frac{D_1 D_2}{R^2} \sin(\beta_2 - \beta_1) \right\} = \frac{1}{2} \left( \frac{D_1^2}{R^2} + \frac{D_2^2}{R^2} \right) - 1$$

$$\text{For F. .. .. } \cos \theta \left\{ \frac{D_1 D_2}{R^2} \cos(\beta_2 - \beta_1) - 1 \right\} + \sin \theta \left\{ \frac{D_1 D_2}{R^2} \sin(\beta_2 - \beta_1) \right\} = \frac{1}{2} \left( \frac{D_1^2}{R^2} + \frac{D_2^2}{R^2} \right) - 1$$

equations are only valid for the idealized velocity distribution, in which the very large velocity variations occurring at the inlet and outlet tips of the blades are neglected. Even through these great decelerations might cause some losses and even separation of boundary layer, especially at the outlet tip of blades, they only contribute to the amount of losses inside impeller passages to a small degree, as they extend over a very short distance of the blade surfaces.

Assuming that the maximum relative velocity on the trailing face and the minimum velocity on the driving face occur at a station near the mean diameter of impeller  $D_m$  defined

$$\text{as } D_m = \frac{D_1 + D_2}{2} \quad \text{calculation of values of}$$

relative velocity at this station was carried out taking the following assumptions into account:

$$a_m = \frac{2 \pi r_m}{Z} \sin \beta_m,$$

$$\frac{a_m}{R} = \frac{2 \pi}{Z} (\epsilon + 1) \sin \beta_m \frac{(\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2} \quad \dots \quad (7)$$

$$\text{and } c_m = \lambda_m c_{m1} = \frac{\lambda_m \omega D_1 \tan \beta_1}{\pi \sin \beta_m}$$

Further, as it is established that deviation of fluid angle from blade angle does not occur but in the part of the passage near the outlet end, the fluid angle at  $D_m$  was assumed to be

equal to the blade angle  $\beta_m$  at this radius, hence  $\beta_m$  was calculated from the following analytical relation:

$$\frac{1+\epsilon}{2} \cos \beta_m \left\{ \frac{1}{\left(\frac{1+\epsilon}{2}\right)^2 - \epsilon^2} - \frac{1}{1 - \left(\frac{1+\epsilon}{2}\right)^2} \right\} = \frac{\cos \beta_2}{1 - \left(\frac{1+\epsilon}{2}\right)^2} + \frac{\cos \beta_1}{\left(\frac{1+\epsilon}{2}\right)^2 - \epsilon^2} \quad \dots \quad (8)$$

Substituting the above relations 7 and 8, the velocity gradients  $G_{d(1-m)}$  and  $G_{t(m-2)}$  were calculated as follows:—

$$G_d = N \frac{12}{\theta} \frac{\epsilon (\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2} \left\{ \sec \beta_1 \left( \frac{2}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) \right. \\ \left. - \frac{2\pi}{Z} \sin \beta_1 \left( \frac{2 - \frac{2}{3} \frac{a_1}{R}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) - \frac{\lambda \tan \beta_1}{\sin \alpha_2} \left( \frac{2}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right. \\ \left. + \frac{2\pi}{\epsilon Z} \sin \alpha_2 \left( \frac{2 - \frac{2}{3} \frac{a_2}{R}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right\}$$

$$G_t = N \frac{12}{\theta} \frac{\epsilon (\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2} \left\{ \sec \beta_1 \left( \frac{2 - 2 \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{R^2}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) \right. \\ \left. + \frac{2\pi}{Z} \sin \beta_1 \left( \frac{2 - \frac{4}{3} \frac{a_1}{R}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) - \frac{\lambda \tan \beta_1}{\sin \alpha_2} \left( \frac{2 - \frac{2a_2}{R} + \frac{a_2^2}{R^2}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right. \\ \left. - \frac{2\pi}{\epsilon Z} \sin \alpha_2 \left( \frac{2 - \frac{4}{3} \frac{a_2}{R}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right\} \dots \dots (5)$$

and for forward curved blades

$$G_d = N \frac{12}{\theta} \frac{\epsilon (\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2} \left\{ \sec \beta_1 \left( \frac{2 - 2 \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{R^2}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) \right. \\ \left. - \frac{2\pi}{Z} \sin \beta_1 \left( \frac{2 - \frac{4}{3} \frac{a_1}{R}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) - \frac{\lambda \tan \beta_1}{\sin \alpha_2} \left( \frac{2 - 2 \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{R^2}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right. \\ \left. + \frac{2\pi}{\epsilon Z} \sin \alpha_2 \left( \frac{2 - \frac{4}{3} \frac{a_2}{R}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right\}$$

$$\text{and } G_t = N \frac{12}{\theta} \frac{\epsilon (\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2} \left\{ \sec \beta_1 \left( \frac{2}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) \right. \\ \left. + \frac{2\pi}{Z} \sin \beta_1 \left( \frac{2 - \frac{2}{3} \frac{a_1}{R}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) - \frac{\lambda \tan \beta_1}{\sin \alpha_2} \left( \frac{2}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right. \\ \left. - \frac{2\pi}{\epsilon Z} \sin \alpha_2 \left( \frac{2 - \frac{2}{3} \frac{a_2}{R}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right\} \dots \dots \dots (6)$$

where  $w_{av}$  is the average relative velocity at the section considered, defined as  $w_{av} = \frac{Q}{a.b}$ ,

where  $b$  is the height of the passage between two blades,  $a$  is the distance between two blades normal to flow lines, and  $R$  is the blade radius of curvature assuming that the radius of curvature of the streamlines is approximately equal to blade radius of curvature for each line orthogonal to the flow lines.

According to Sheets, these formulae apply only for the center section of the impeller passages, while for inlet and outlet sections two other flow functions must be added to the solution in order that the infinite velocity at the edges caused by the through flow is neutralised.

However, as Sheets noted that the end effects extend only to a small distance both at inlet and outlet (outlet end effect extends  $a_2/2$  from outlet end and inlet end effect extends to  $a_1/2$ ), it is assumed in the following calculation that these regions are so small that the above equations apply to stations very near to inlet and outlet ends. This is plausible since we are interested in finding velocity average gradients along the whole blade surfaces or over a long portion of it rather than the exact value of the velocity at a certain point.

Adopting this assumption, together with the following approximate relations (refer to the triangles in Fig. 1).

$$a_2 = \frac{\pi D_2}{Z} \sin \beta_2, \quad a_1 = \frac{\pi D_1}{Z} \sin \beta_1$$

and as the blades are circular-arc, we have

$$\begin{aligned} \text{Hence } R &= \frac{r_2^2 - r_1^2}{2(r_2 \cos \beta_2 - r_1 \cos \beta_1)} \\ \frac{a_2}{R} &= \frac{4\pi}{Z} \sin \beta_2 \frac{(\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2}, \\ \frac{a_1}{R} &= \frac{4\pi}{Z} \epsilon \sin \beta_1 \frac{(\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2} \dots (3) \\ \frac{r_1}{R} &= \frac{2\epsilon(\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2} \\ \text{and } \frac{r_2}{R} &= \frac{2(\cos \beta_2 - \epsilon \cos \beta_1)}{1 - \epsilon^2}, \dots (4) \end{aligned}$$

Since analysis being restricted to design flow where  $\alpha_1 = \beta_1$ , the actual average relative velocity at a station very near the outlet end is assumed (as explained later) to be equal to

$$w_2 \text{ av.} = \lambda u_1 \frac{\tan \beta_1}{\sin \alpha_2}$$

$$\text{and at inlet } w_1 \text{ av.} = \frac{u_1}{\cos \beta_1}$$

Substituting these relations with those of equations (3) and (4) into equations (1) and

(2) and simplifying, the formulae for the average velocity gradients over the blade surface

$$\text{(defined as follows : } G = \frac{W_1 - W_2}{L} \text{ where } L \text{ is}$$

the length of the blade and equal to  $2\pi R$ .

$\frac{\theta}{360}$ ,  $\theta$  being the blade camber angle) will be

as follows :

For backward curved blades :



of the results gave a reasonable value of overall efficiency (56 %, at  $\beta_2 = 98^\circ$  and  $\beta_1 = 30^\circ$ ) but calculated hydraulic efficiency turned out to be 68.1% only.  $G_{d(1-m)}$  in this case equalled 0.217. This test shows that comparison between different tests should not be judged on the basis of overall efficiency, since the

changes in the mechanical efficiency might not make the trend in variation of hydraulic efficiency clear.

In conclusion, these tests confirmed the observations noted before in relation to Varley's tests.

### CONCLUSION

In spite of the complex nature of the flow inside centrifugal pump impellers, potential flow techniques are very useful for showing the effect of different design variables and where poor flow conditions are to be expected. Average relative velocity gradient over the driving face (for circular arc blades, in particular) and specially the gradient over the first part of the blade surfaces promises to be a suitable criterion, for at least first approximate estimation of the optimum values of dif-

ferent design variables and effect of these variables on hydraulic losses inside impeller passages.

Tests on several impellers of widely different shapes (and preferably without volute casings to separate the losses inside casing from losses inside impeller) should be carried to establish the exact range of values of optimum  $G_{d(1-m)}$  and their relation with the magnitude of hydraulic losses.

### APPENDIX

Sheets (4) gave the following formulae for the value of relative velocity on the driving face  $w_d$  and that on the trailing face  $w_t$  for

both backward and forward curved blades, of radial impellers, as follows :

For backward curved blades :

$$w_d = w_{av.} \left[ 1 + \frac{a(1 - \frac{a}{3R})}{2R - a(1 - \frac{a}{3R})} \right] - a\omega \left[ 1 - \frac{a}{3R} + \frac{a(1 - \frac{a}{3R})^2}{2R - a(1 - \frac{a}{3R})} \right]$$

and

$$w_t = w_{av.} \left[ 1 - \frac{a(1 - \frac{a}{3R})}{2R - a(1 - \frac{a}{3R})} \right] + a\omega \left[ 1 - \frac{2a}{3R} + \frac{a(1 - \frac{a}{3R})(1 - \frac{2a}{3R})}{2R - a(1 - \frac{a}{3R})} \right] \dots (1)$$

and for forward curved blades

$$w_d = w_{av.} \left[ 1 - \frac{a(1 - \frac{2a}{3R})}{2R - a(1 - \frac{a}{3R})} \right] - a\omega \left[ 1 - \frac{2a}{3R} + \frac{a(1 - \frac{a}{3R})(1 - \frac{2a}{3R})}{2R - a(1 - \frac{a}{3R})} \right]$$

and

$$w_t = w_{av.} \left[ 1 + \frac{a(1 - \frac{a}{3R})}{2R - a(1 - \frac{a}{3R})} \right] + a\omega \left[ 1 - \frac{a}{3R} + \frac{a(1 - \frac{a}{3R})^2}{2R - a(1 - \frac{a}{3R})} \right] \dots (2)$$

two values of  $\beta_2 = 45^\circ$  and  $57.5^\circ$ . In spite of the overall efficiency (56.2%) was slightly lower than that obtained in the first test estimated hydraulic efficiency was much lower (about 73.6% for  $\beta_2 = 45^\circ$ ), due to improvement of mechanical efficiency (disc friction loss represented a smaller portion of the large

output in this case). The value of  $G_{d(1-m)}$  in this case was 0.176.

Another series with greater number of blades ( $z = 32$ ) and higher value of  $\beta_2$  were carried and results shown in Fig. 15. Surprisingly, in spite of the large values of  $\beta_2$  and one

$Z = 32$	-----	$\beta_1 = 20^\circ$	$\beta_2 = 91.5^\circ$
	————	$\beta_1 = 30^\circ$	$\beta_2 = 98^\circ$
	- · - · -	$\beta_1 = 45^\circ$	$\beta_2 = 109^\circ$

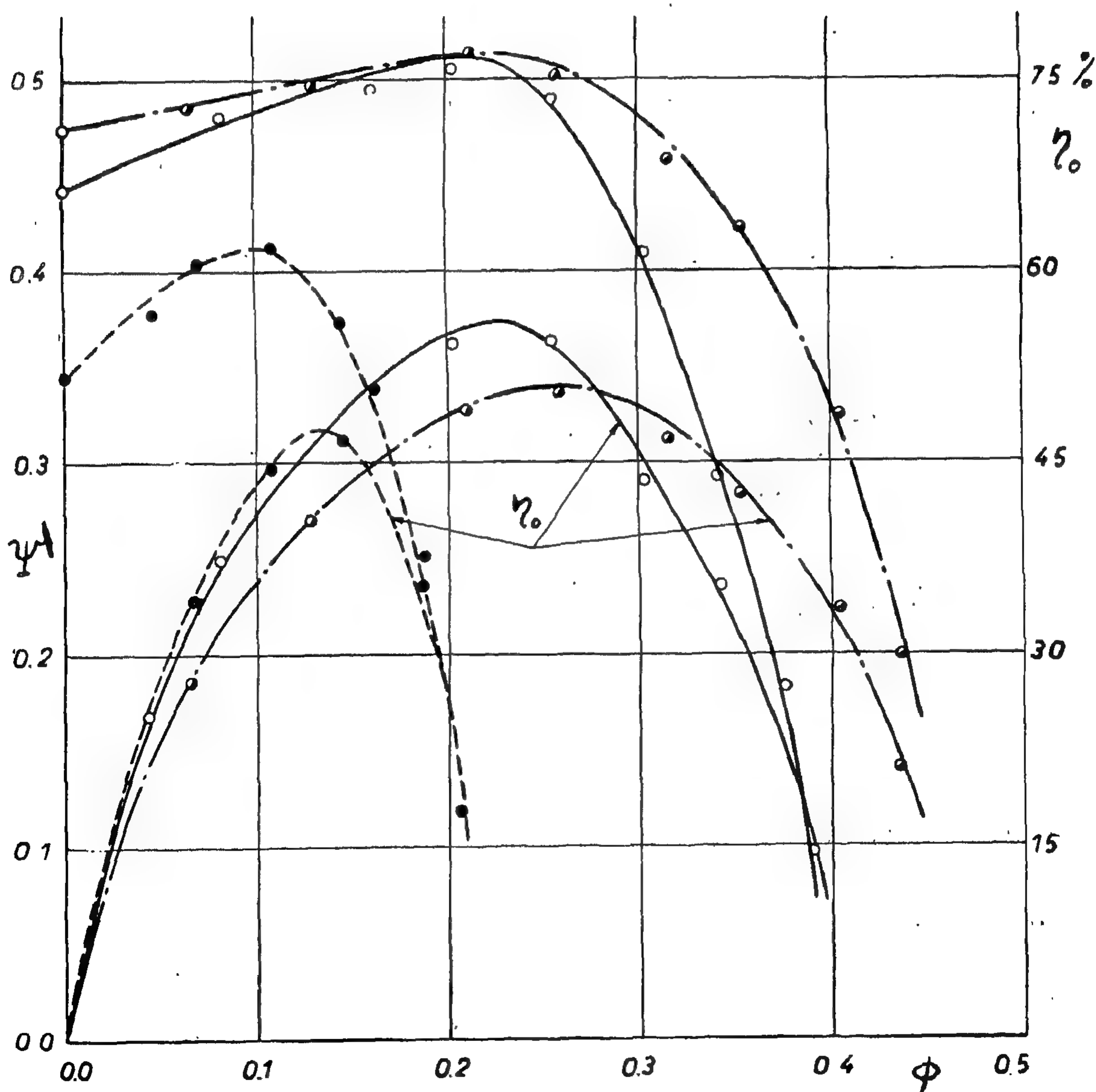


FIG 15 - Overall performance of pump

From this table it is clear that the optimum number of blades is approximately eight at  $G_{d(1-m)} = 0.064$ . However, increasing the number of blades to 16, decreased valued of  $G_{d(1-m)}$  slightly but overall and hydraulic efficiency dropped greatly.

#### Effect of blade outlet angle :

By rotating the blades tested before, around its pins, a series of tests were carried, at different values of  $\beta_2$  and  $\beta_1$ . These tests showed slight increase of efficiency with increase of  $\beta_2$ , the optimum overall efficiency occurred at  $\beta_2$  between 18 and 35, ( $\eta_o = 61.2\%$

and  $\eta_n = 88.8\%$ ) but efficiency started to decrease again at high values of  $\beta_2$ . It must be noted here that in this test both  $\beta_2$  and  $\beta_1$  increased (due to rotation of blade) and hence it is difficult to ascertain if the improvement in efficiency is due to increase of  $\beta_2$  or both  $\beta_2$  and  $\beta_1$ . Fig. 13 shows the results at  $B_2 = 18^\circ$  and  $B_1 = 25^\circ$ .

Estimated hydraulic efficiency was nearly 88.8 %. Another series of tests were carried using higher number of blades ( $z = 16$ ). Optimum efficiencies were obtained at  $\beta_2 = 30^\circ \rightarrow 45^\circ$ . Fig. 14 shows results of tests at

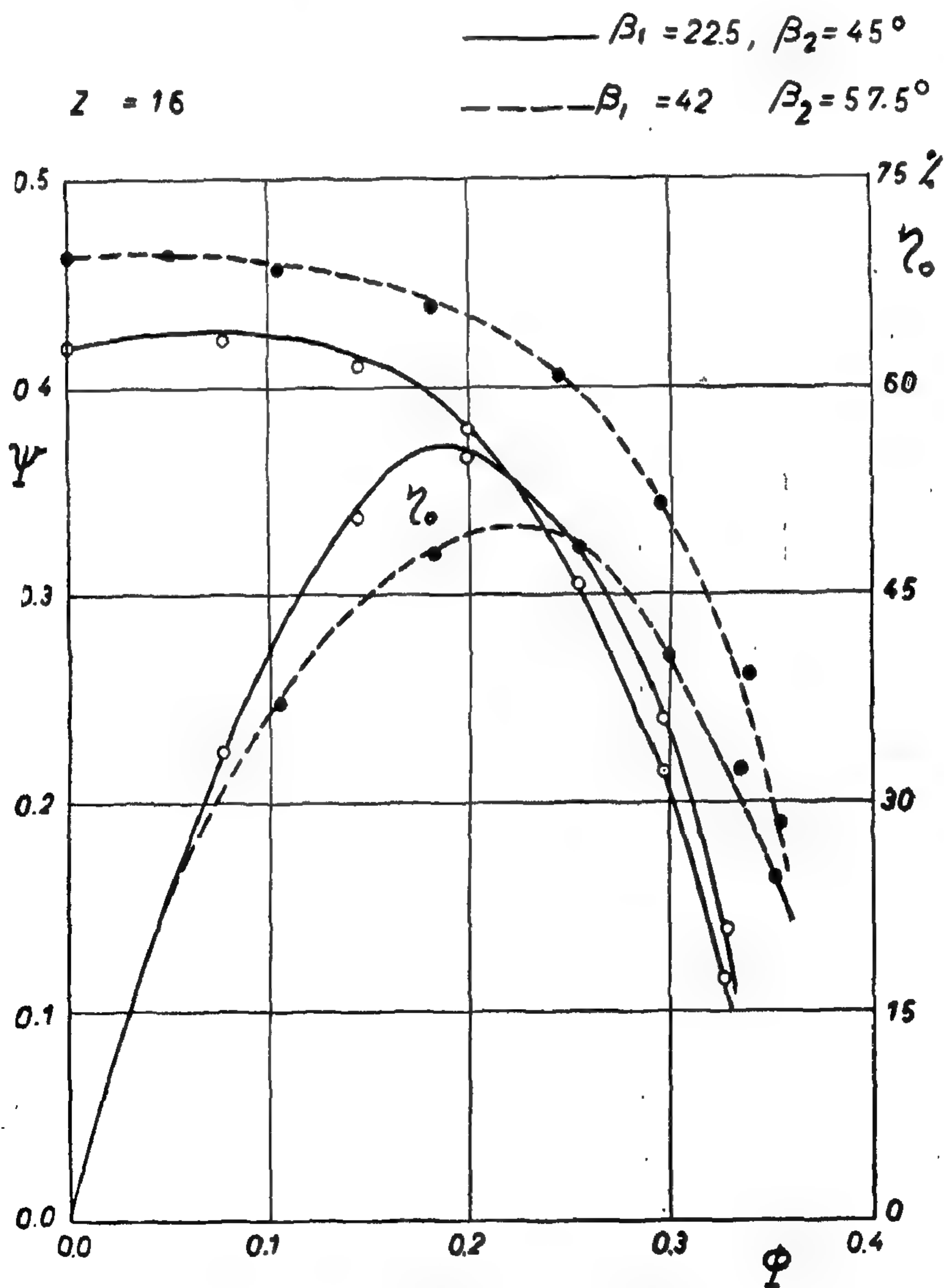


FIG 14- Overall performance of pump



Typical experimental results are shown in Figs. 12, 13, 14 and 15 in dimensionless plotting.

Hydraulic efficiency was estimated at every maximum efficiency point by subtracting mechanical, disc friction and leakage losses. Mechanical and disc friction was based on direct measurement of absorbed horsepower, when running the impeller empty of water (the outlet and inlet being closed by soldered strips of metal).

Leakage losses were estimated by the formula of Stepanoff<sup>(1)</sup> Horsepower lost in disc friction was rather high, probably due to effect of protruding pins holding the blades to hub and shroud.

Summary of the main findings are :

*Effect of number of blades :*

Summary of the results at best efficiency points (Fig. 12) is given in the following table:

$\beta_0$	$\beta_1$	$z$	Overall eff.	Estimated hydraulic eff.	$G_d$ (1-m)
14°	18°	4	47	72.1	0.081
14°	18°	8	59.3	86.4	0.064
14°	18°	16	39.0	58.6	0.056

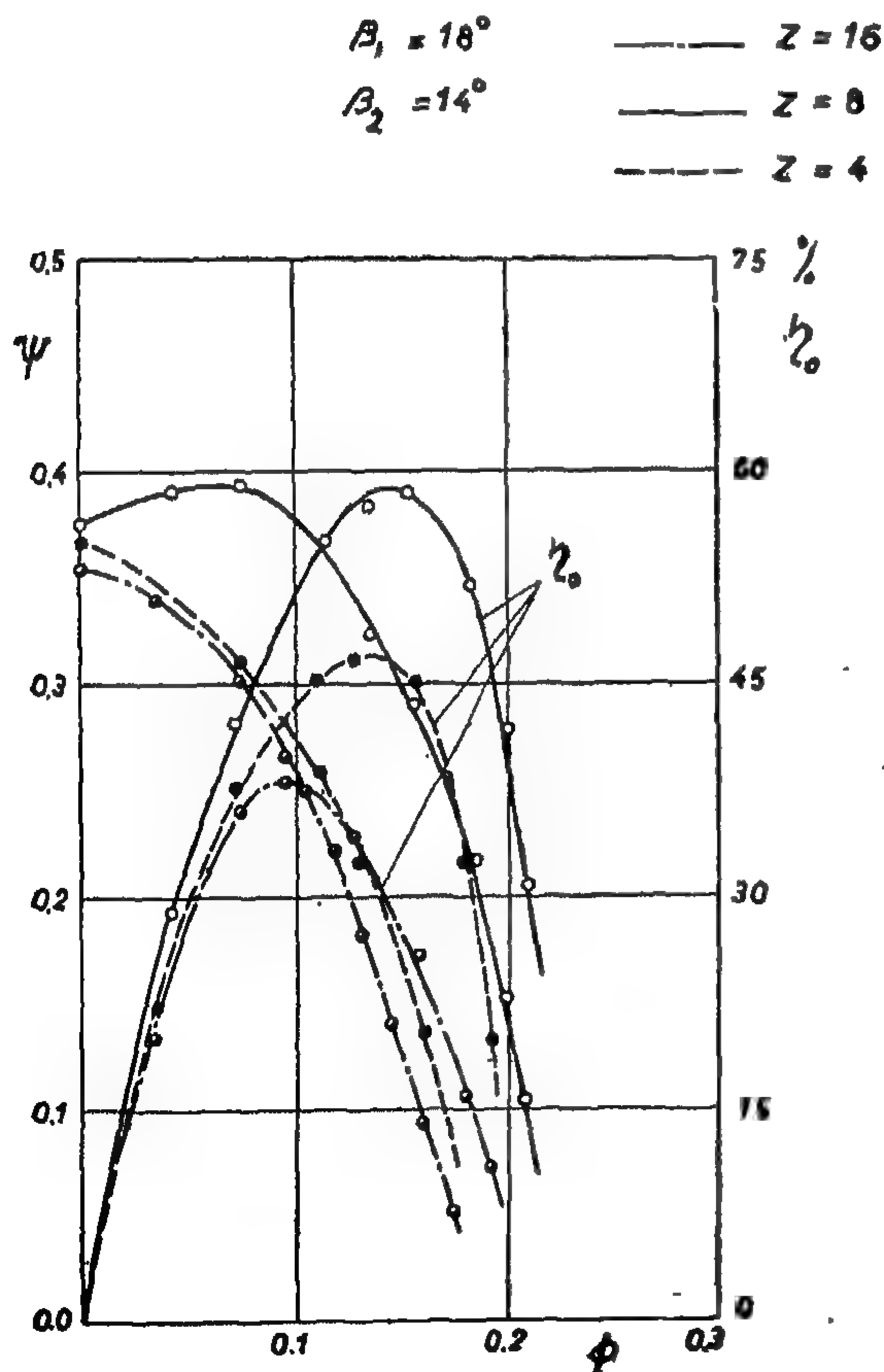


FIG. 12- Overall performance of pump

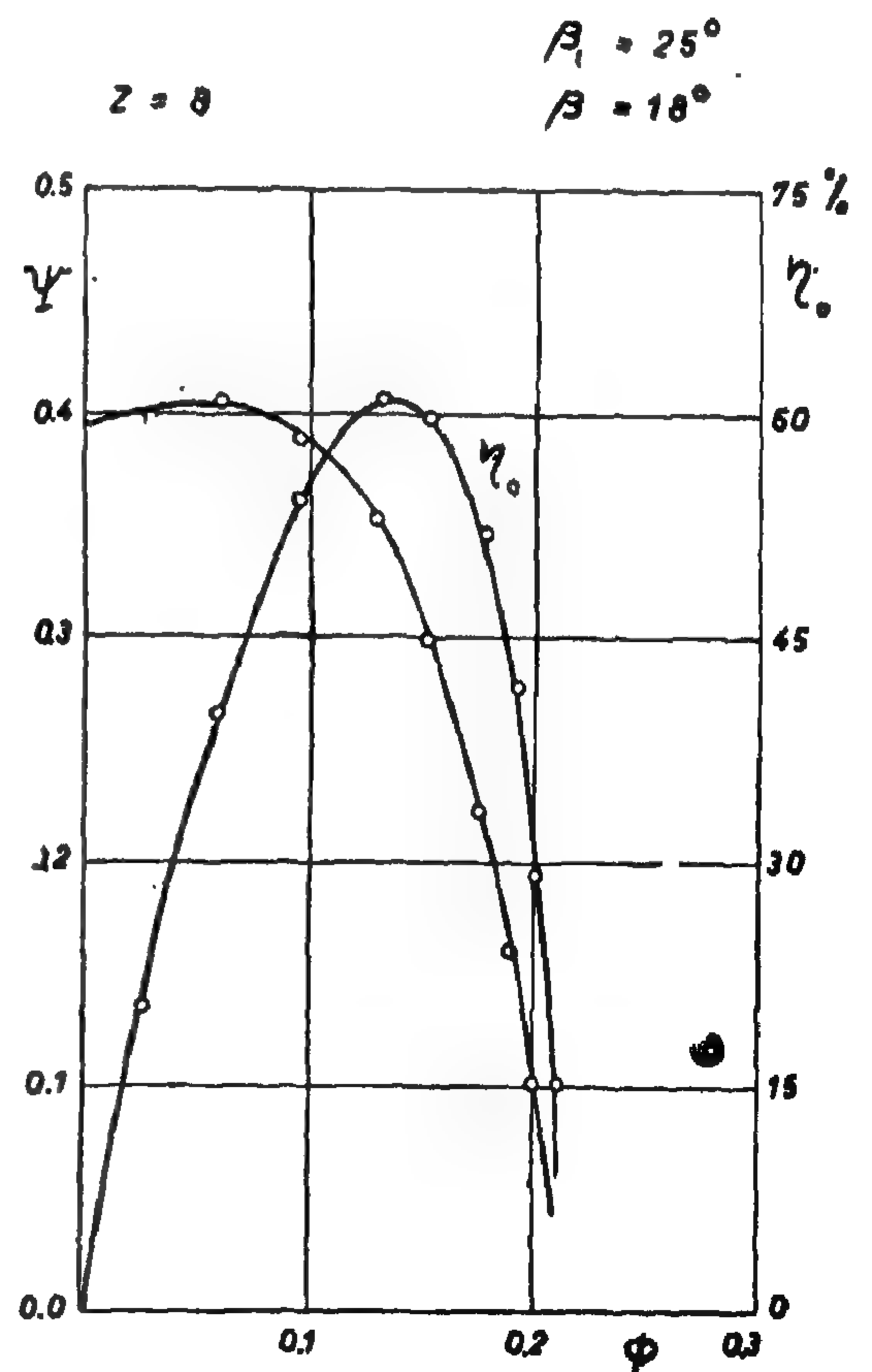


FIG. 13- Overall performance of pump

A built-up impeller (of separate shroud and hub) of diameter ratio about 0.6 was used with a volute casing of a 4 inches pump. In order to minimise the number of impellers, the impeller was made of a constant width type to allow changing of stagger of blades, to obtain large variation of  $\beta_2$  and  $\beta_1$ . The blades were rolled to shape (circular arcs) from 1/16 inch brass sheets, each blade fixed to hub and shroud by two small 1/8" inch pins welded to its edges.

Figs. 10 and 11 show sections of impeller and volute casing.

The pump was tested in closed-circuit test-rig, with the open suction tank used as a stilling chamber.

The rate of flow was measured by a calibrated water meter and the total head by a differential mercury manometer. The pumps was driven by a D.C. dynamometer motor and the reaction torque was measured by a calibrated spring balance. Speed of motor was measured by a directly coupled speedometer.

As the number of holes drilled on the shrouds were 32, the possibility of changing the number of blades were four, eight, sixteen and thirty two only, the unused holes were closed during operation.

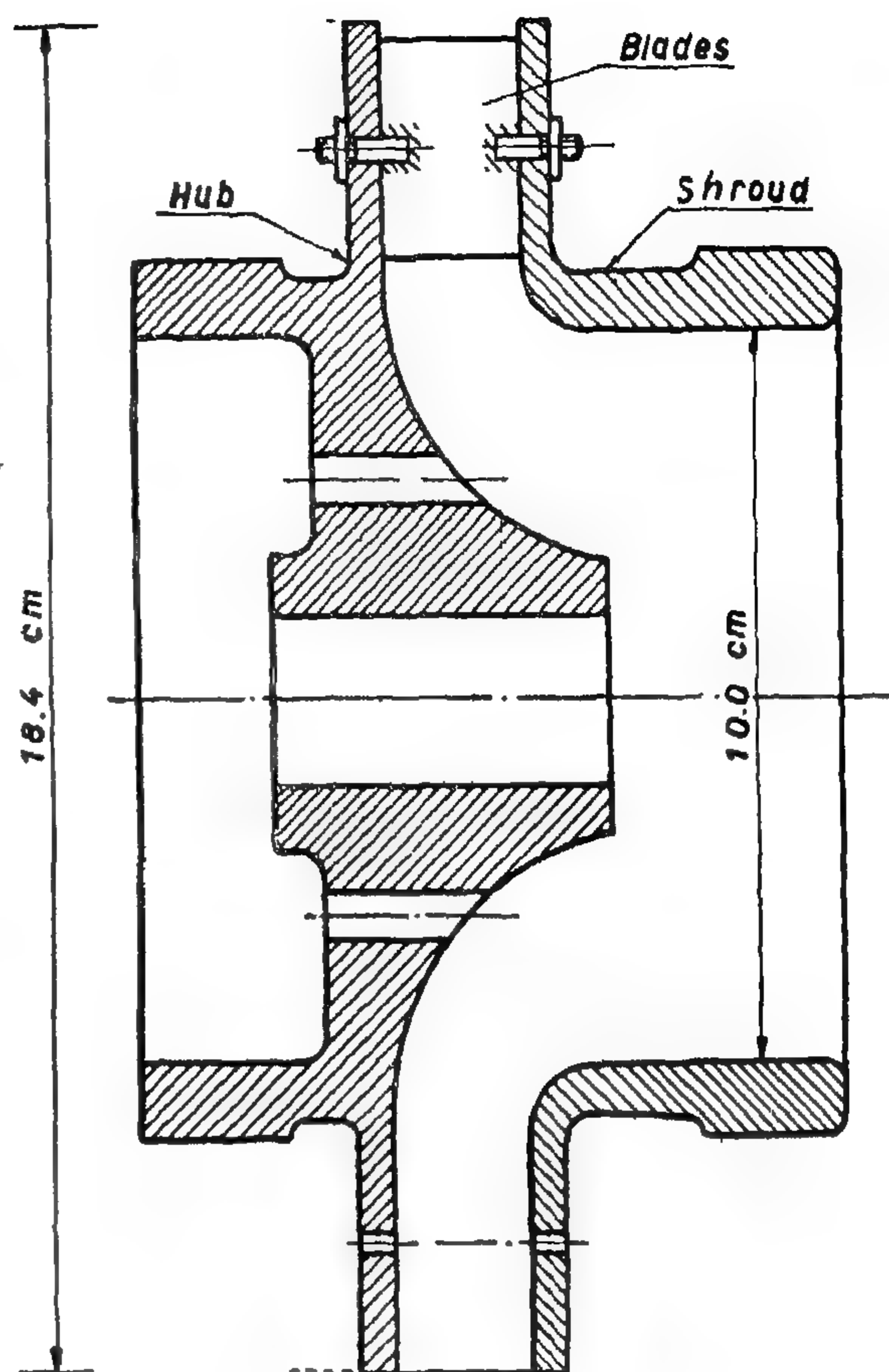


FIG. 10 - Section draw of assembled impeller

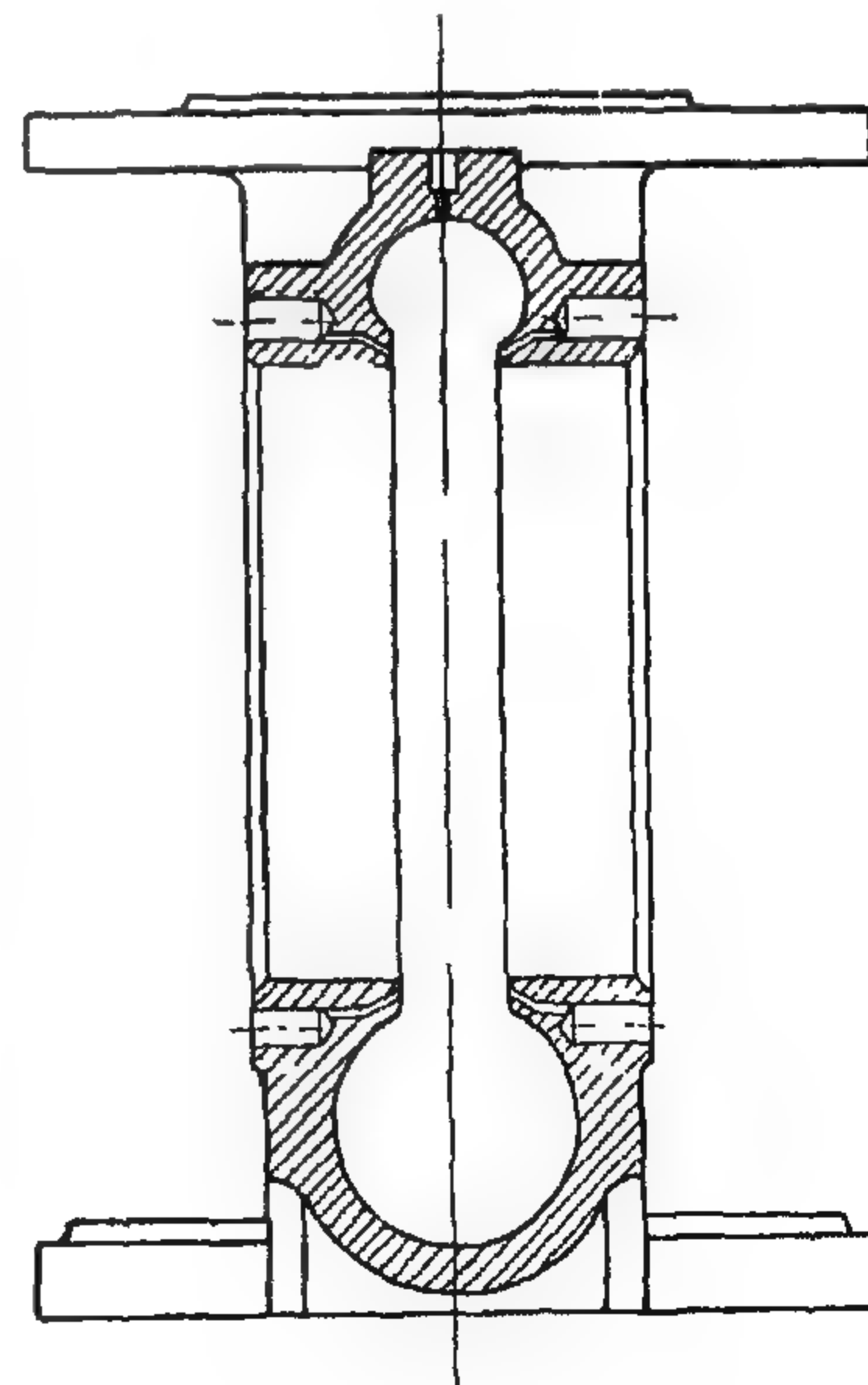
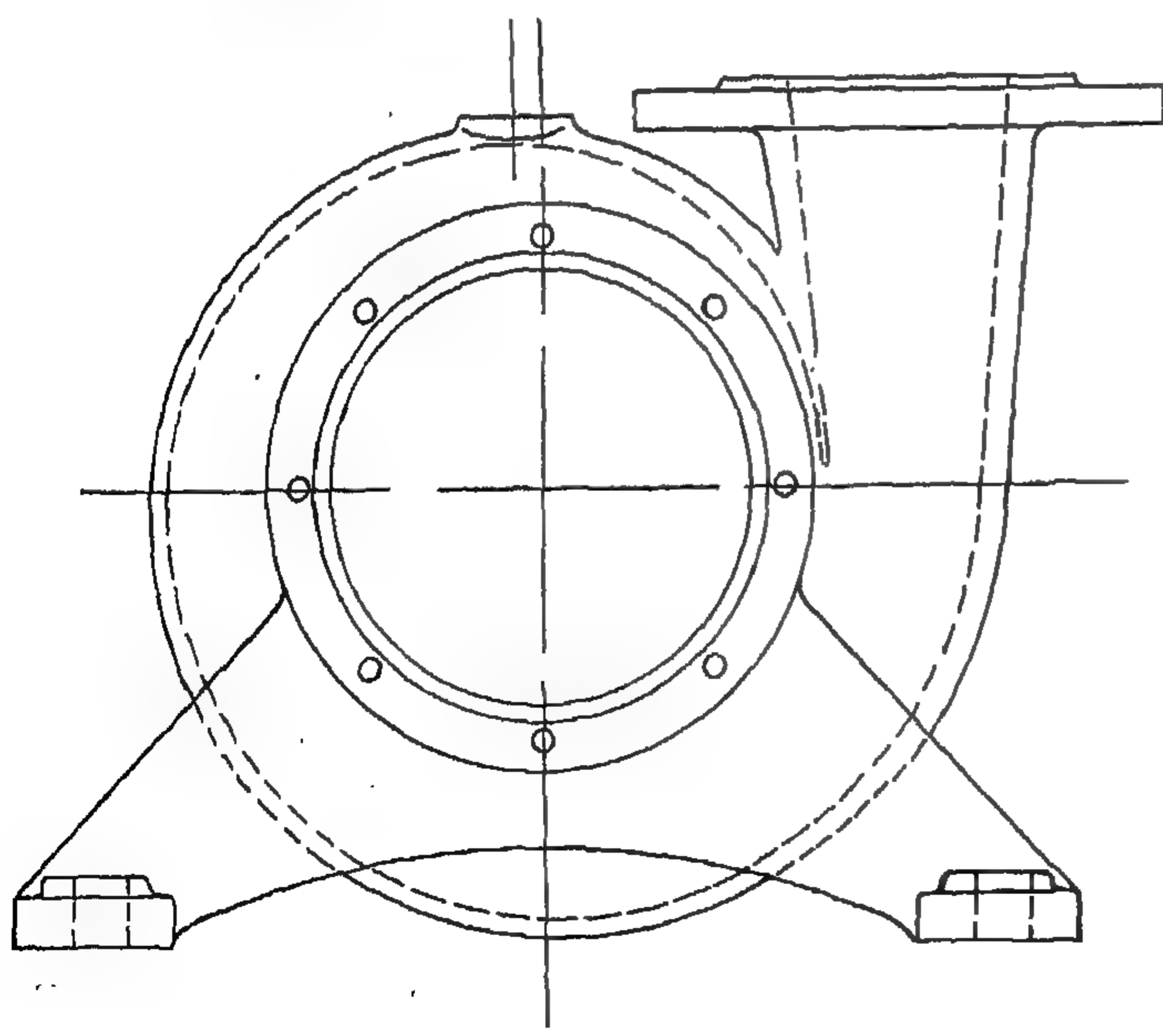
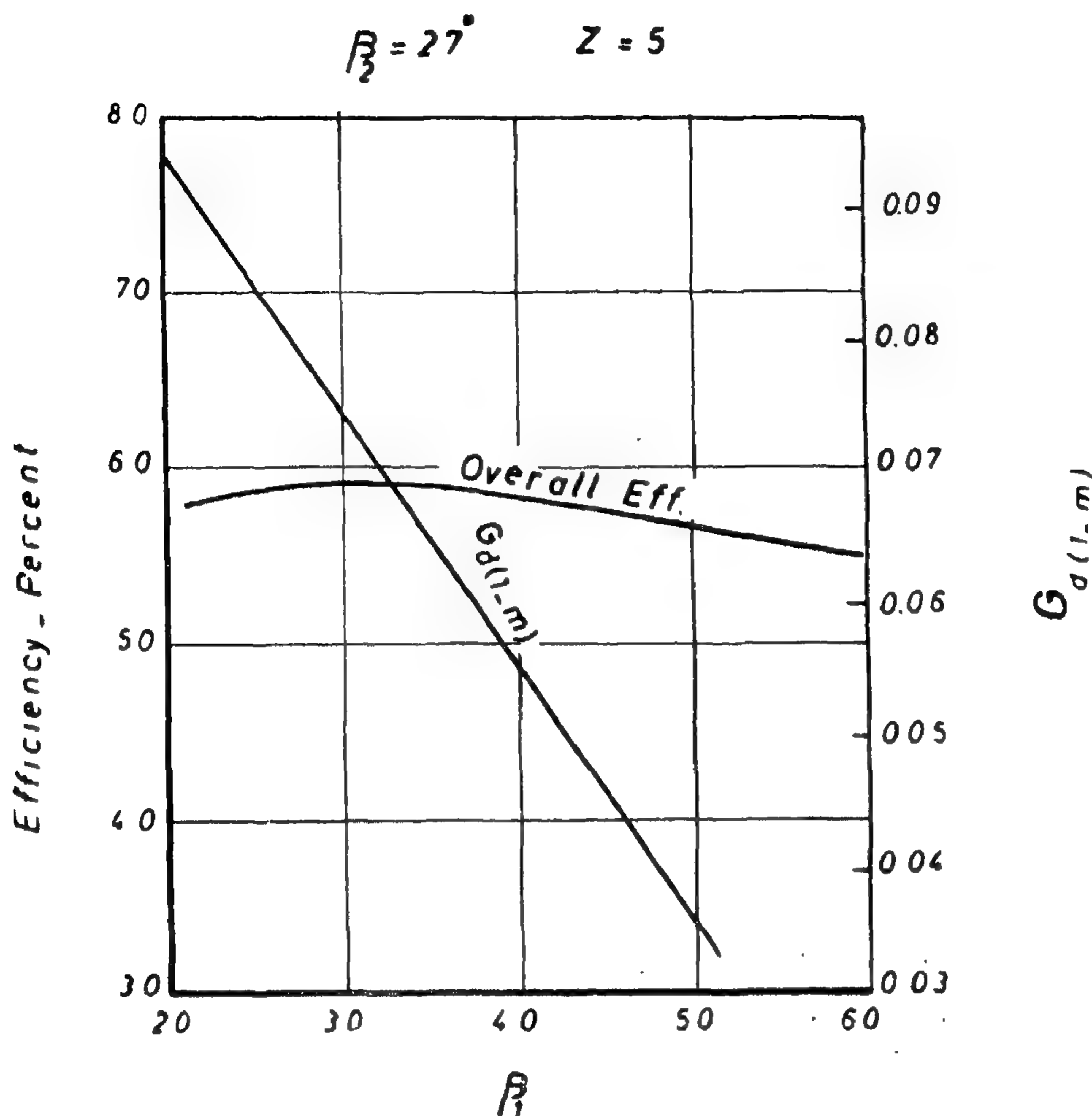


FIG. 11 - Volute casing used



*Effect Of Blade Inlet Angle On Eff and  $G_{d(1-m)}$*   
(Varley's Tests)

total head and normal discharge (at maximum efficiency) decreases with the increase of  $\beta_1$ . Varley explained that, with increasing inlet angles the water might acquire increasing amounts of prerotation required for shockless entry and hence reduction of head results according to Euler theory.

In conclusion, this correlation reveals that

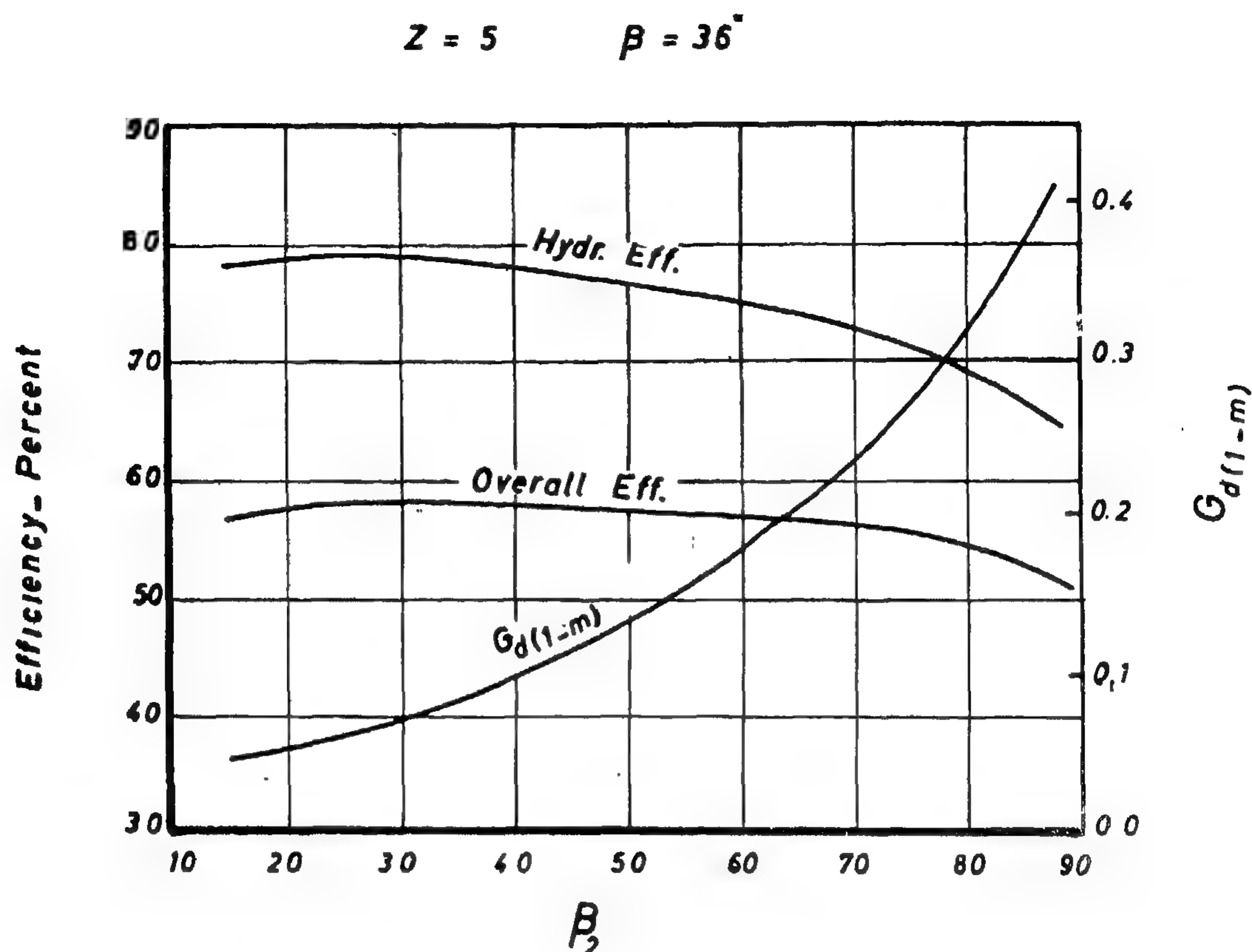
optimum values of main variables  $\beta_1$ ,  $z$  and  $\beta_2$  occurred at  $G_{d(1-m)}$  in the range of approximately 0.05 — 0.08. Departure from the optimum range had different effects i.e.; increase of  $G_{d(1-m)}$  than optimum range by increasing  $\beta_2$  had a smaller effect on efficiency than its increase by reducing the number of blades or blade inlet angle.

#### EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS

Since Varley's test was carried out on impeller of very low specific speed design (with small value of  $\epsilon = 0.333$ ), other series of tests

on impellers with different values of specific speed and  $\epsilon$  deemed necessary before general conclusions should be drawn.





**Fig. 8 - Effect of Blade Outlet Angle On Eff. And  $G_d(1-m)$**   
(Varley's Tests)

$\beta_2$ , efficiencies did not drop drastically except at very high values of  $\beta_2$ .

Both figures, hence, show that there is an optimum range of  $G_d(1-m)$  leading to good efficiency, but that appreciable increase of the value of  $G_d(1-m)$  relative to optimum value does not lead to large drop in efficiency while small decrease in  $G_d(1-m)$  than optimum  $G_d(1-m)$ , brought about by increase of number of blades or reduction in  $\beta_2$  has more drastic effect on efficiency.

It must be noted here that values of Varley's efficiency included losses in the volute casing (same casing for all impellers) and since  $G_d(1-m)$  does not take account of effect of variables on losses in volute, this might have a bearing on the above conclusions. Further, the existence of secondary flow

inside impeller passages might have an appreciable effect on the pattern of velocity deceleration.

Johnson<sup>(3)</sup> pointed out that because of the pressure gradient from the driving face to the trailing face, the boundary layer is removed from the driving face and transferred to the trailing face by a secondary flow process and that the shifting of low-energy fluid to the trailing face, together with the deceleration along the trailing face, provide an explanation for the low efficiency in this region, found experimentally on a  $\beta_2 = 90$  impeller.

Examination of Fig. (9) shows that change of  $\beta_1$  has a small effect on overall efficiency and that optimum values ( $\beta_1 = 30^\circ$  to  $40^\circ$ ) occurs at  $G_d(1-m)$  between 0.055 to 0.075. However Varley also noted that both

blade inlet angle and blade profile are of relatively minor importance.

Figs. 7—9 give a summary of this results, showing mainly the overall efficiency and the estimated hydraulic efficiency at optimum efficiency points, for different test conditions. Estimation of hydraulic efficiency was based on calculated actual input head to water (by subtracting from S.H.P. the mechanical, disc friction, and leakage losses) and measured manometric head.

On the same figures, values of  $G_{d(1-m)}$ , calculated by means of equation (9) (with  $\varepsilon = 0.333$  and  $\lambda = 0.78$ , corresponding to data of Varley's pump), are plotted.

Examination of Fig. (7) (effect of number of blades) shows that best of efficiency occurs at an optimum number of blades ( $z = 5$ ) but there is practically a range in which the efficiency drops is limited between  $z = 4$  and  $z = 6$ . The values of  $G_{d(1-m)}$  in this range is between 0.055 and 0.07.

Examination of Fig. 8 (effect of outlet blade angle) shows maximum efficiency to occur at an optimum value of  $\beta_2 = 30$  and the good range of efficiency covers a large range of  $\beta_2$  between  $15^\circ$  and  $45^\circ$ .

Values of  $G_{d(1-m)}$  in the range varies between 0.045 and 0.12. It is noted also that while  $G_{d(1-m)}$  increased greatly with the increase of

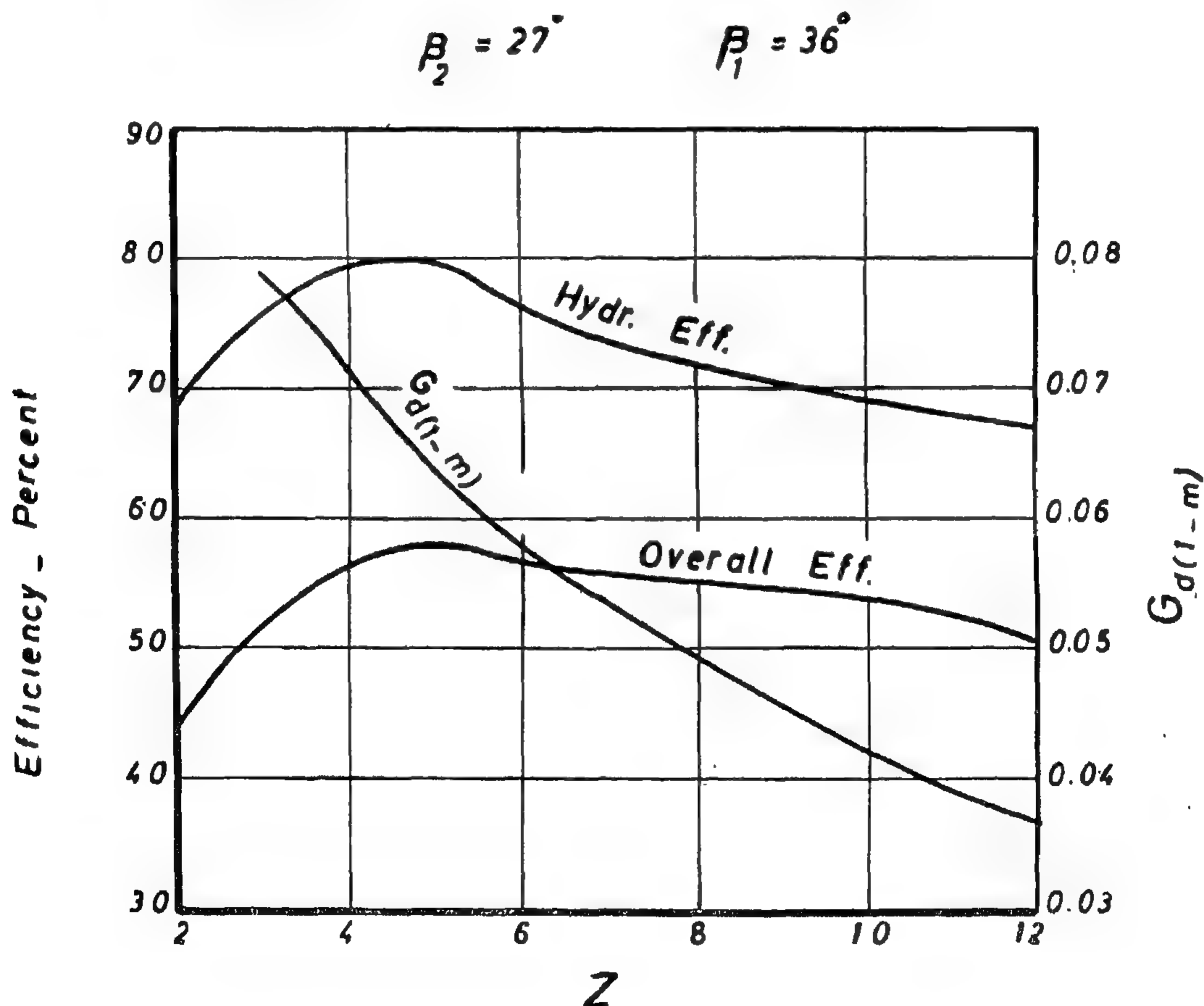


Fig. 7 Effect Of Number Of Blades On Eff. And  $G_{d(1-m)}$   
(Varley's Tests)

non-uniformity of relative velocity at outlet, along the periphery between every two adjacent blades. This non-uniformity of exit relative velocity do not lead only to reduction of theoretical head, but also causes mixing losses<sup>(11)</sup> (in case of volute) or shock losses in case of diffuser blades.

In order to form an idea of these losses and the effect of design variables on it, a

ratio equal to  $\frac{W_{2t} - W_{2d}}{W_{2av}}$  was calculated by

means of equations 1,2. A typical example of this calculations is given in Fig. 6.

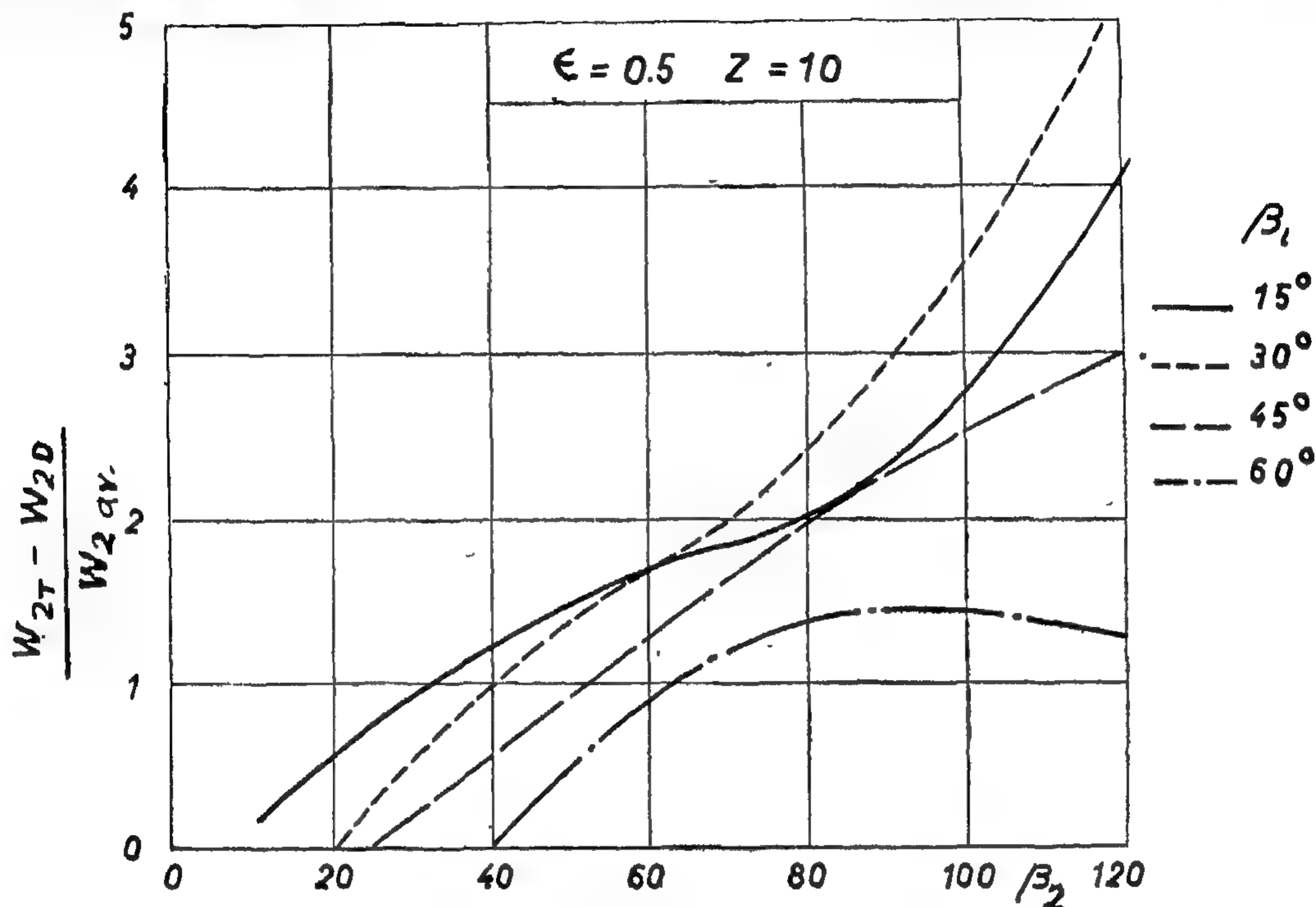


FIG. 6 - Ratio of  $\frac{W_{2T} - W_{2D}}{W_{2av}}$  at different values of  $\beta_2$  and  $\beta_1$

These calculations show that the value of  $\beta_2$  is the most influential factor on the degree of non-uniformity, the higher  $\beta_2$  the higher is this degree. Increase of number of blades or

the value of  $\beta_1$  (specially at small values of  $\beta_2$ ) leads to decrease of this degree, while the other variables have slight effect on it.

### CORRELATION BETWEEN THEORETICAL FINDINGS AND EXPERIMENTAL RESULTS

Among the several experimental investigations carried out on centrifugal pumps<sup>(2), (12), (13)</sup> one of the most systematic recent investigations are that of the Varley<sup>(5)</sup>, who presented experimental data on the effect of the various impeller design elements on the performance

of a 2 in., double entry pump. By systematically varying the value of the variables, keeping the other variables constant, he showed that the decisive parameters determining the performance of the impeller are the number of blades and the blade outlet angle, while the



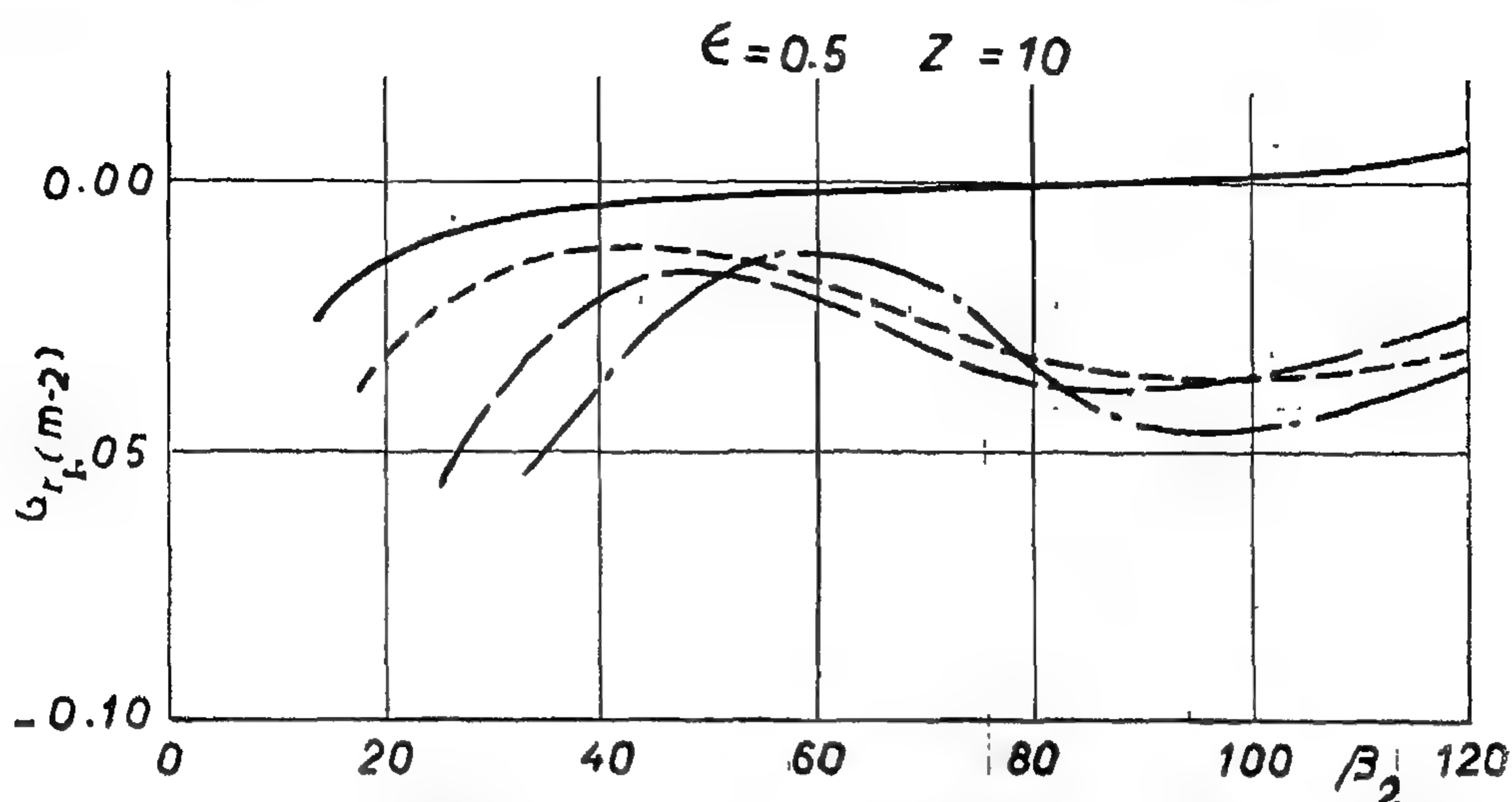


FIG. 5 - Relative velocity gradient (Trailing face) between mean and outer radii

Since in the analysis the thickness of blades is neglected, it is expected that with real thick blades, the effect of thickness on obstruction of area of flow, might make the effect of variation of blade number more pronounced.

c) Effect of blade inlet angle  $\beta_1$  :

The higher is the value of  $\beta_1$ , the smaller is the value of  $G_{a(1-m)}$ . However, this does not apply for  $G_a$ , as it is seen it has this trend only for small values of  $\beta_2$  but at large values of  $\beta_2$ , it has a small influence or even an opposite effect on the value of  $G_a$ .

d) Effect of shape of meridional flow passage —  $\lambda$  :

From the results, it is clear that the shape of meridional flow passage has an appreciable effect. Between the limiting values of  $\lambda$  ( $\lambda = 1$ , where  $D_1 b_1 = D_2 b_2$  or constant flow area or  $\lambda = \epsilon$ , where  $b_1 = b_2$  or constant width of passage), the smaller the value of  $\lambda$ , the higher the values of  $G_a$  and  $G_{a(1-m)}$ .

This is explained by the fact that the smaller  $\lambda$  the higher will be the rate of deceleration of  $C_m$  and consequently along the impeller channel.

e) Effect of diameter ratio  $\epsilon$  :

The higher the value of  $\epsilon$  the larger the values of  $G_a$  and  $G_{a(1-m)}$  whatever are the values of  $\beta_2$ ,  $\beta_1$  or  $z$  i.e. the curves in Figs. 2—5 practically shifts upwards. This is explained by the fact that the higher the value of  $\epsilon$  the shorter will be the length of blades (for same values of  $\beta_1$  and  $\beta_2$ ) and hence the higher the rate of deceleration.

Moreover, supposing there is a certain optimum value for the rates of deceleration, higher or lower than which, losses will increase, this would ultimately mean that there is an optimum value for each of the main variables i.e.  $\beta_2$ ,  $z$  and  $\beta_1$  leading to minimum losses. Since the trend of effect of each variable on the velocity deceleration is continuous, (either continuous increase or decrease), deviation from the optimum value will increase or decrease the rate of deceleration relative to the optimum rate of deceleration.

Mixing Losses :

In addition to skin friction losses inside pump passages, the second source of losses occurring in the diffuser but originating in the impeller, is the mixing losses. It is due to

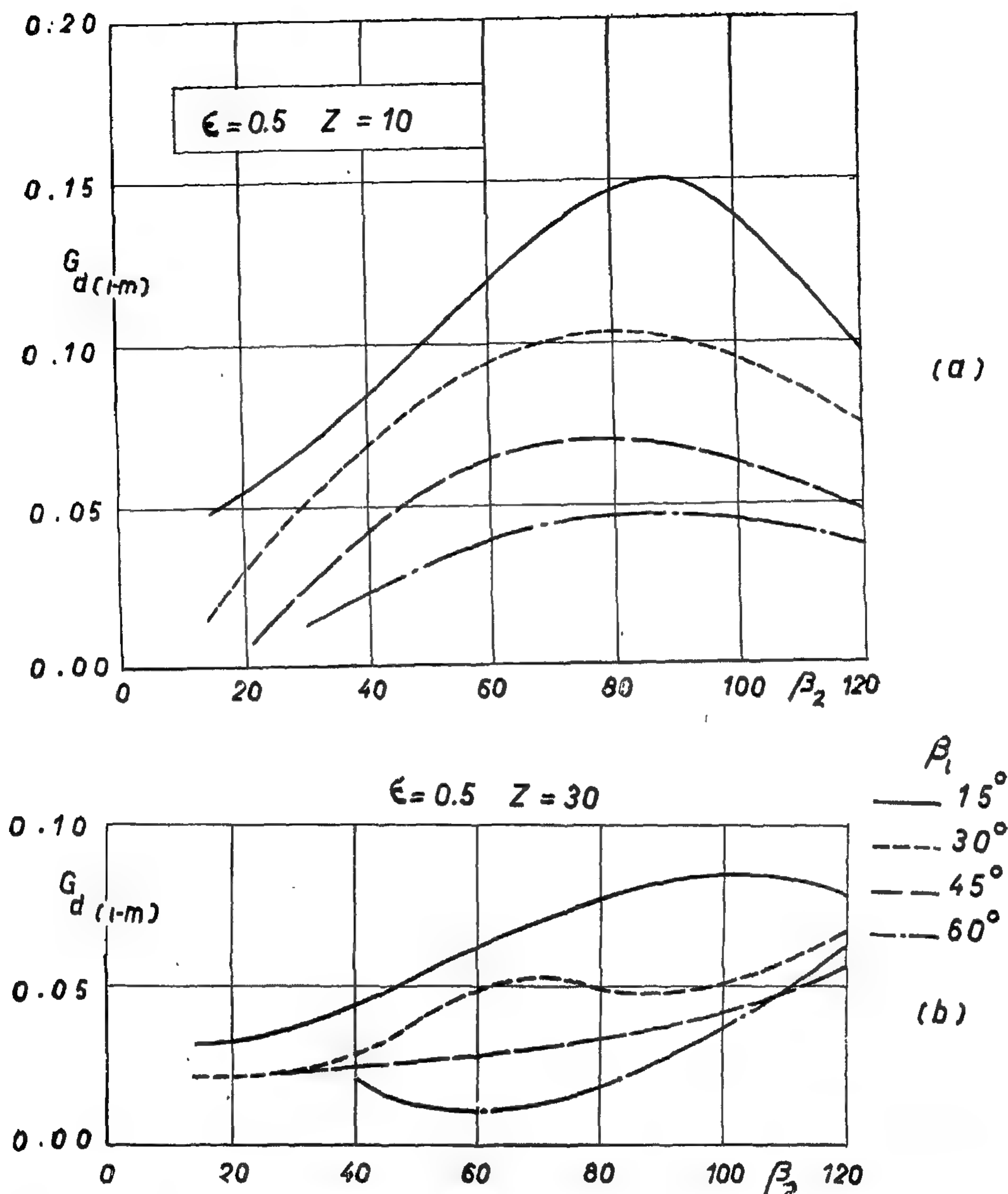


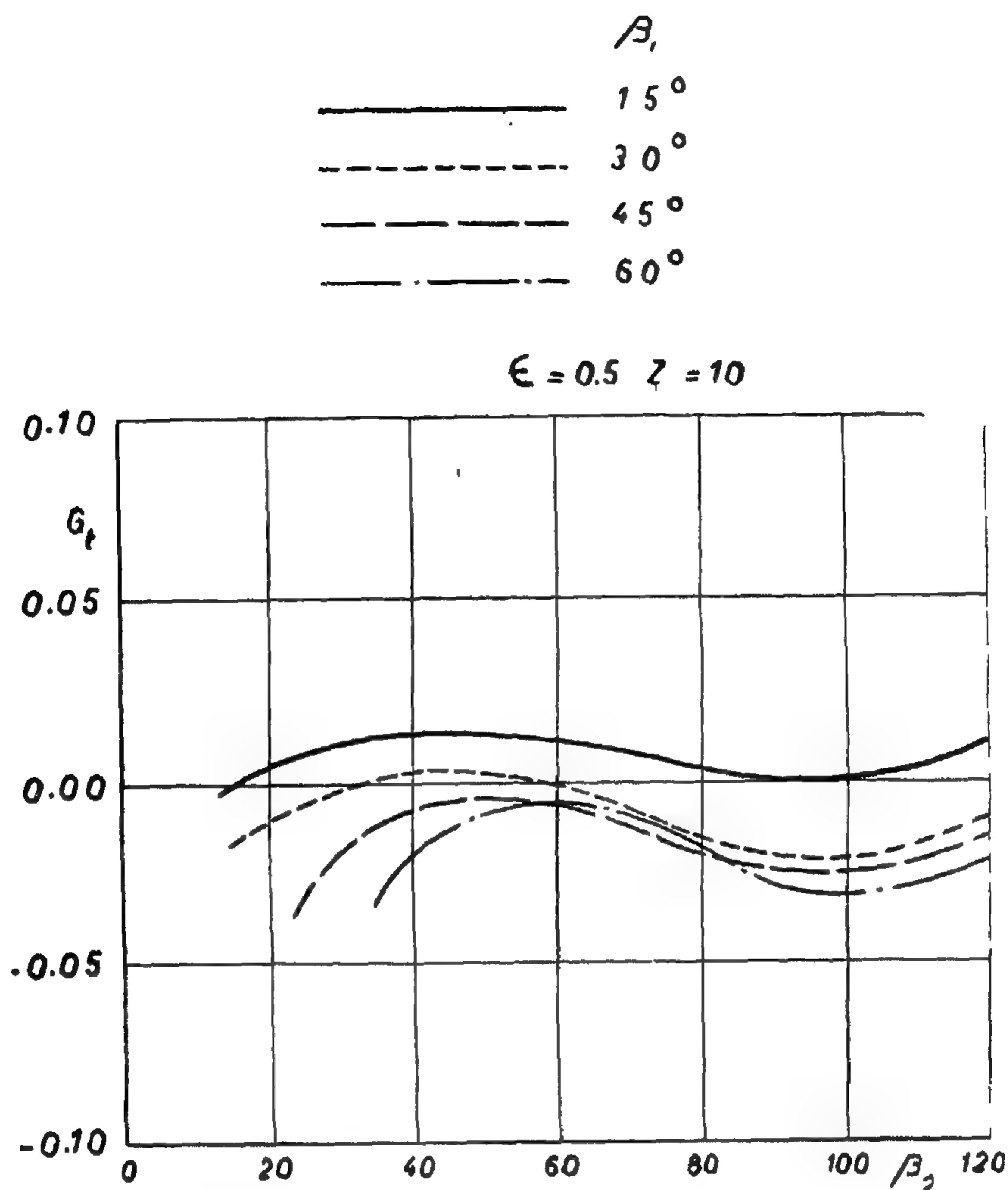
FIG 4 - Relative Velocity Gradient (Driving Face) Between Inner and mean radii

a) Effect of blade outlet angle  $\beta_2$  :

The higher the value of  $\beta_2$ , the greater is the rate of deceleration over all the driving face, up till a value about  $90^\circ$  after which  $G_d$  decreases again. It is noted that  $G_d$  at  $\beta_2 = 90^\circ$  is about eight times its value at  $\beta_2 = 15^\circ$ , while the increase in  $G_{d(1-m)}$  is only three times.

b) Effect of Number of blades  $z$  :

The larger the number of blades, the smaller is the rate of deceleration over the driving surface. However the variation in  $G_d$  or  $G_{d(1-m)}$  due to effect of number of blades is much smaller than the variation due to change of  $\beta_2$ . For example, at  $\beta_2 = 20^\circ$  and  $\beta_1 = 15^\circ$ ,  $G_{d(1-m)} = 0.055$  at  $z = 10$  and equal to 0.03 at  $z = 30$ .



**FIG. 3—Relative velocity gradient (trailing face)**  
between inner and outer radii

part (between mean and outer radii) for both faces were then carried out by means of equations 9 and 10 (Appendix I). These calculations showed that the highest rates of deceleration, always occurred over the first half of the driving surfaces, except for large values of  $\beta_1$ , where  $G_{d(m-2)}$  is higher than  $G_{d(1-m)}$ .

Figures 4 and 5 show an example of these calculations for  $G_{d(1-m)}$  and  $G_{d(m-2)}$ .

It must be noted, here, that in order to obtain minimum losses in impeller passages (similar to the case of any divergent passage),

the velocity along blade surfaces should not decelerate at a rate higher than a maximum safe velocity gradient, in order that separation of boundary layer would not occur, but this rate should not be too small that large skin friction losses might occur. Decrease in the rate of deceleration might be brought about by, for example, increase in the number of blades. But the resulting reduction in boundary layer build-up may be more than offset by increased skin friction losses.

Examination of results, illustrated by Figs. 2 to 5, reveal the following :



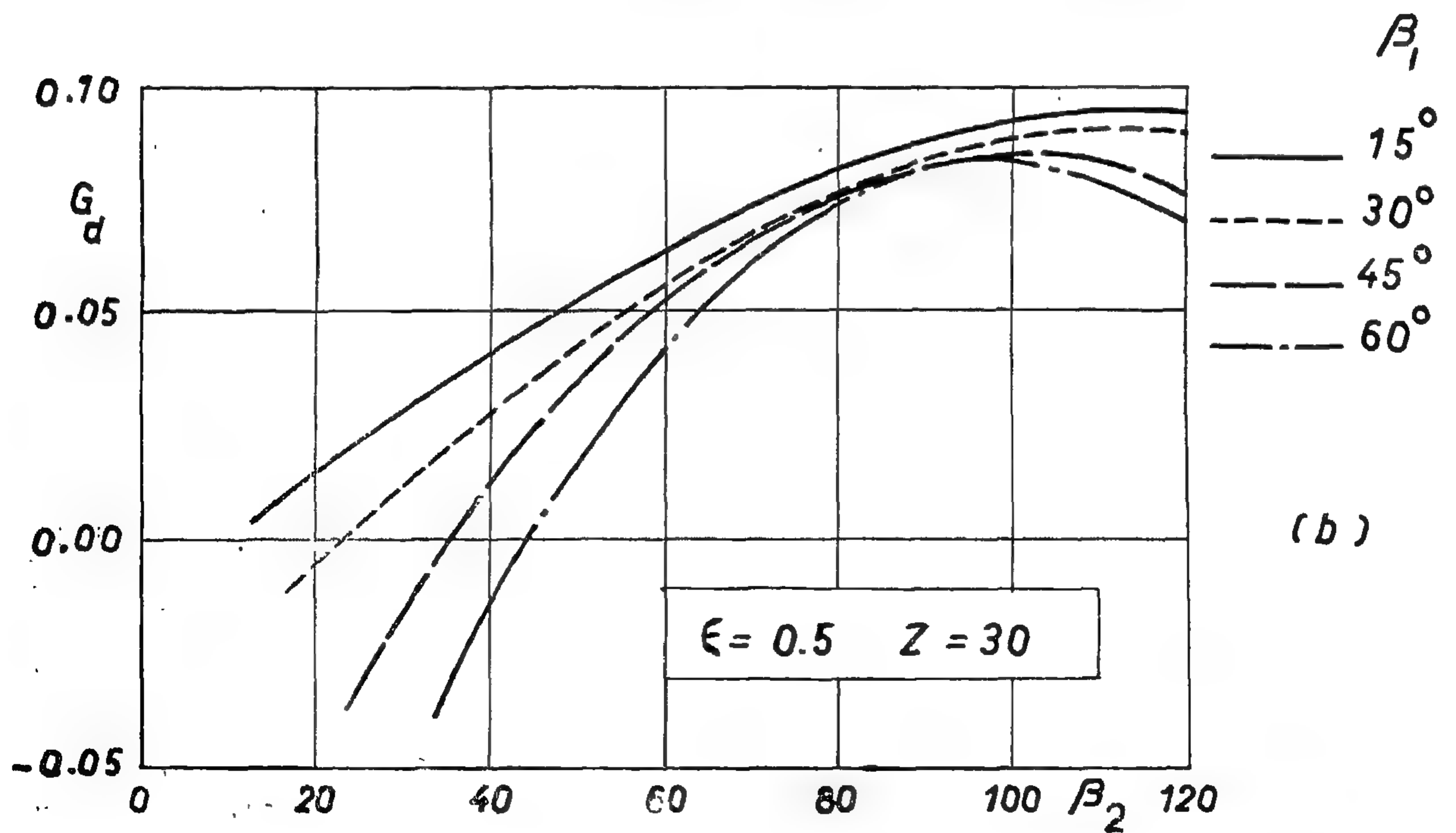
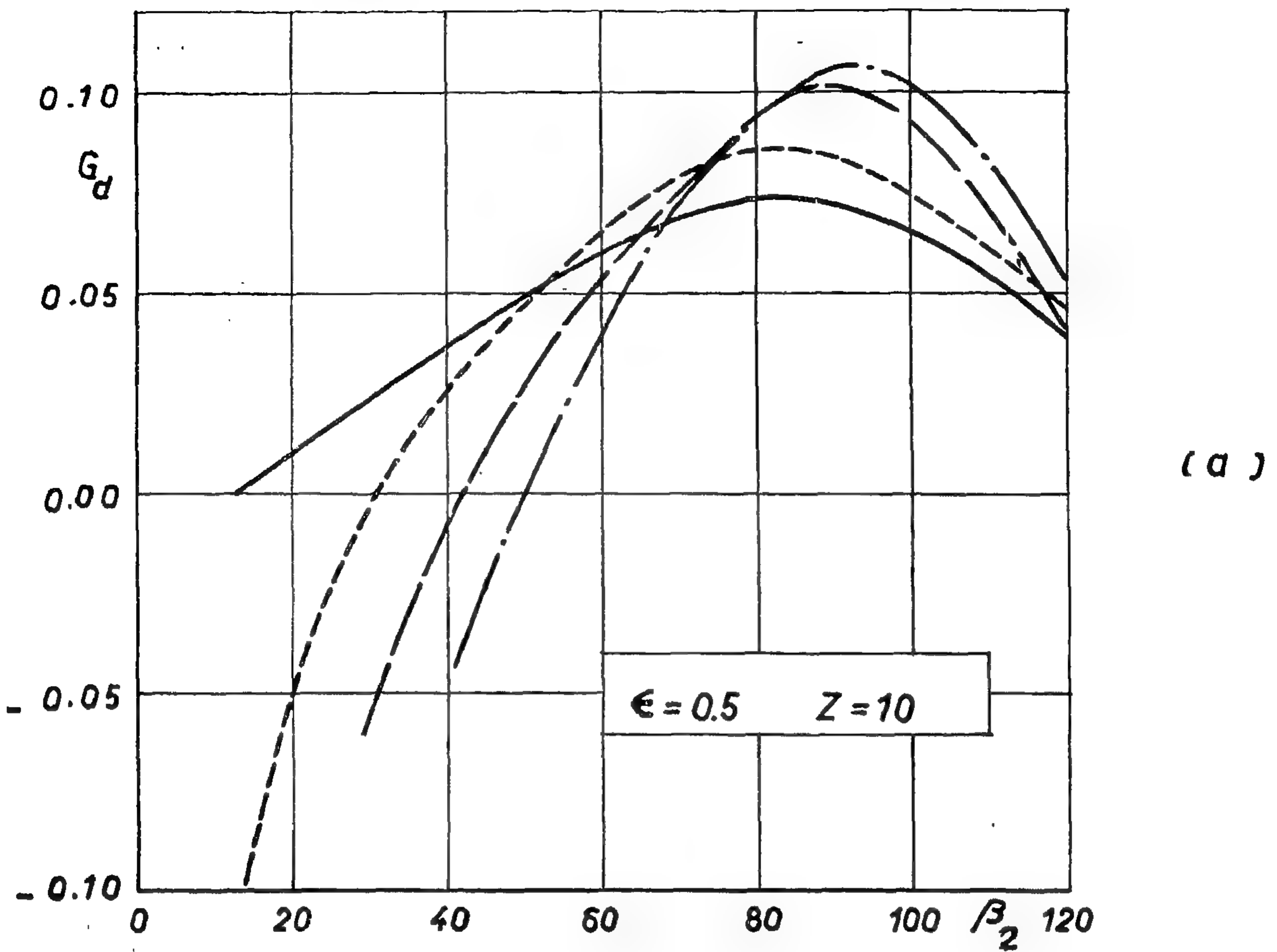


FIG. 2 - Average Relative Velocity Gradient (Driving Face) Between Inner and Outer Radii

$\phi$	Dimensionless discharge coefficient = $\frac{C_{m2}}{u_2}$	$\alpha$	Fluid angle (relative flow).
$\psi$	Dimensionless head coefficient = $\frac{g H}{u_2^2}$	$\beta$	Blade angle.
$D$	Diameter of impeller (outer).	$\theta$	Blade camber angle.
$G$	Average relative velocity gradient over blade surface.	$\varepsilon$	Diameter ratio of impeller = $D_1/D_2$ .
$H$	Actual head developed by machine.	$\omega$	Angular speed of impeller in radians per second.
$N$	Speed of impeller in revolution per minute.	$\eta_o$	Overall efficiency of machine.
$P$	Shaft horsepower absorbed by the machine.	$\eta_h$	Hydraulic efficiency of machine.
$R$	Radius of curvature of blade.	$\lambda$	Factor defining geometry of meridional flow passage = $D_1 b_1 / D_2 b_2$ .
$Q$	Rate of fluid discharged by machine.		

#### Subscripts :

1	Inner or inlet diameter of impeller.
2	Outer diameter of impeller.
m	Mean diameter of impeller.
d	Driving face of blade.
t	Trailing face of blade.

### VELOCITY GRADIENTS OVER SURFACES OF BLADES

Potential flow techniques<sup>(6),(7)</sup> for calculation of the variation of velocity along blade surfaces have been developed to the point where they provide rapid and sufficiently accurate methods for design and analysis.

In the following, the method of sheets<sup>(4)</sup> is used. In order to reach generalized formulae, calculations were carried out for circular arc

blades, for which blade curvature, camber, and spacing could be analytically expressed in terms of the main design variables. Varely<sup>(5)</sup> have shown that circular-arc blades are one of the most efficient blade forms.

The formula for average velocity gradients along both the driving and trailing blade sur-

faces, defined as  $\frac{W_1 - W_2}{L}$  where  $L$  is the length

of blade, are given in Appendix I.

Examples of results of these formulae (5 and 6) are given in Figs. 2 and 3, for different values of  $\beta_2$ ,  $\beta_1$  and  $Z$  and certain values of  $\varepsilon$  and  $\lambda$ . These figures show that  $G_d$  has in general large positive values i.e. the relative velocity has high rate of deceleration over the driving face, while  $G_t$  has small positive value and even negative value (i.e. accelerating) at high values of  $\beta_1$ .

Since the velocity variation is not uniform along the blade surfaces, calculation of average velocity gradients over both the first part (between inner and mean radii) and the second

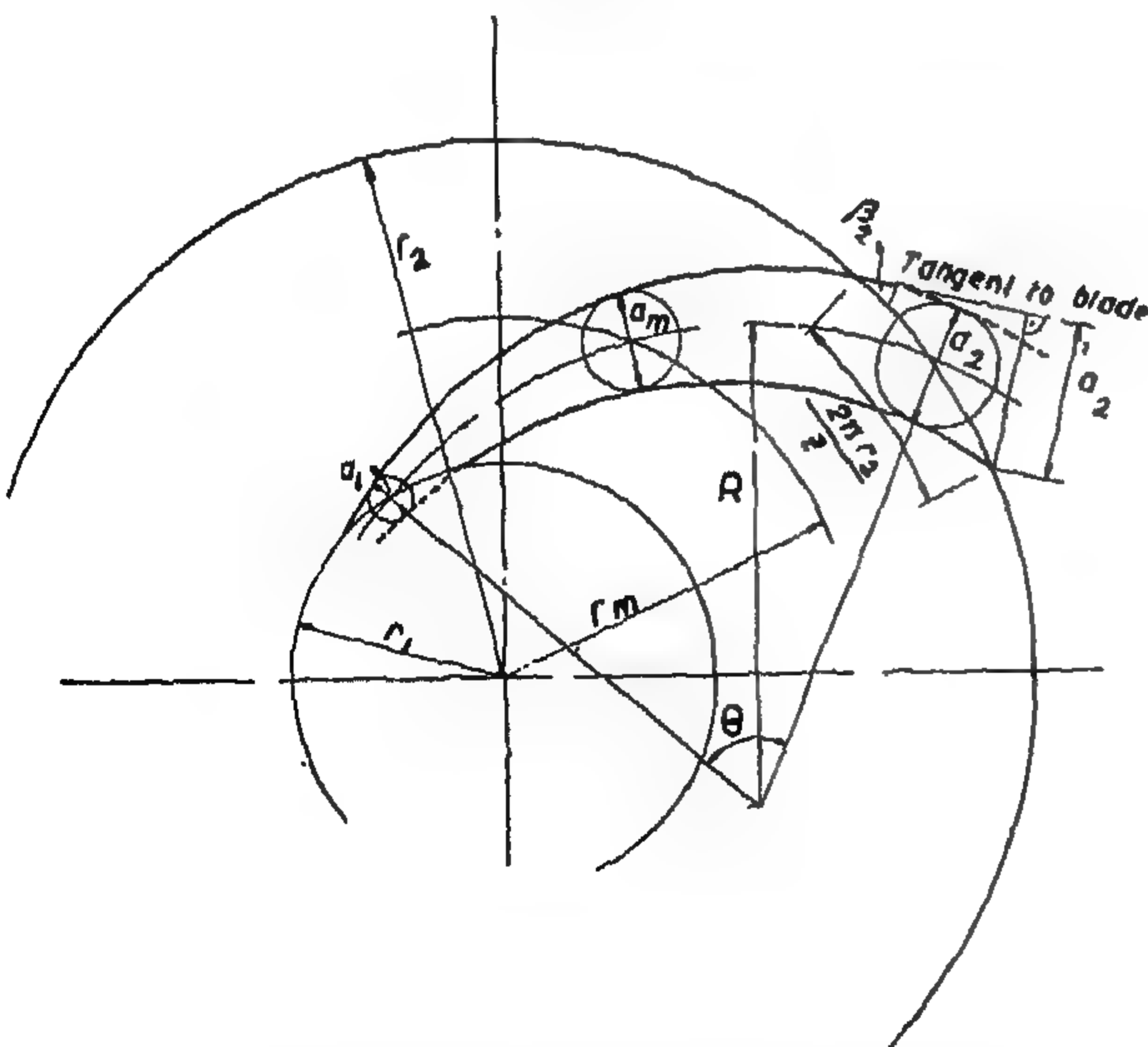


FIG 1 - Different notations used in calculating the velocity gradients

# AN INVESTIGATION OF CENTRIFUGAL PUMPS

*By*

Dr. S. MIKHAIL

## SYNOPSIS

Due to complexity of flow pattern inside centrifugal impeller passages, no theory is established yet for estimation of hydraulic losses inside the passages, or for study of the effect of design variables on them.

Since many research workers found out that the hydraulic efficiency of impellers is mainly effected by the rate of velocity deceleration along blade faces, an attempt to find a general analytical formulae for the average

velocity gradients over blade is made in this paper. Study of the effect of different design variables on this gradients are then made.

Correlation between this average gradients and actual test results of pumps made by Varley and the author showed that the average gradient over the driving face (for circular arc blades) promises to be a suitable criterion for first approximate study of effect of design variables on impeller efficiency.

## INTRODUCTION

Hydraulic losses in centrifugal pumps are the least known of all losses and at the same time they are the most essential ones in determining its performance. The main reason is that there are several factors contributing to the hydraulic losses, besides, the nature of the flow inside pump passages is complex.

Since the passages are curved, divergent and due to existence of secondary flow, the approaches based on adoption of the friction formula for pipes showed serious shortcomings<sup>(1)</sup> specially in assessing the effect of different design variables on these losses.

Several research workers<sup>(2),(3)</sup> have concluded that the hydraulic efficiency of impellers is mainly affected by the rate of velocity deceleration along blade faces, since

this is the determining factor for the growth of the boundary layers along blade surfaces.

In this research, average velocity gradients over blade surfaces, are obtained by using one theoretical analyses for determination of flow pattern through impeller passages.<sup>(4)</sup>

Inspite that such analyses of flow are mainly valid for two-dimensional case and ideal fluid, several investigators<sup>(2),(3)</sup> showed it to be useful in investigation of flow conditions.

Correlation of such theoretical information with actual test results of pumps<sup>(5)</sup> shows it to be useful for study of the effect of different design variables and where poor flow conditions are to be expected in practice.

## NOMENCLATURE

The following nomenclature is used in the paper :

a	Width of the passage between two blades at radius $r$ .	$c_u$	Whirl component of fluid velocity.
b	Width of impeller at radius $r$ .	$u$	peripheral velocity of impeller.
$c_m$	Meridional or through flow component of fluid velocity.	$w$	Relative velocity of fluid.
		$z$	Number of blades of impeller.

\* Assist. Professor, Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Cairo University.



## REFERENCES

1. Ambroggi, R.P. : Sci. Amer., 214, No. 5, 21 (1966).
  2. Beadnell, H. J. L. : Report on "Farafra Oasis, Its Topography and Geology", Survey Dept., Egypt, Cairo. (1901).
  3. Ball, J. : Geogr. J., 70, 21; 105; 209; 512 London (1927).
  4. Murray, G.W. : Report on "The Artesian Water of Egypt", Survey Dept., Egypt, Cairo (1952).
  5. Paver, G.L. and Pretorius, D.A. : Report on "Hydro-geological Investigation in Kharga and Dakhla Oases", Inst. de Desert d'Egypte, No. 4 (1954).
  6. Shazly, M.M., Shata, A. and Farage, I. : Scientific Report on "The Subsurface Geology of El-Kharga Oasis, Western Desert Southern Province" Desert Inst., Egypt, Cairo (1959).
  7. Jones, J. R. : Report on "Ground Water Maps of the Kingdom of Libya" U.S.G.S. (1954).
  8. Jones, J.R., : Report on "Brief Resume of Ground Water Conditions in Libya", U.S.G.S. (1960).
  9. Whitecomb, H. A. ; A Reconnaissance Report on "The Geology and Hydrology of the Western Part of the Province of Fezzan, United Kingdom of Libya", U.S.G.S. (1965).
-

Topographic map of North Africa, showing Tunisia, Algeria, Libya, Egypt, Sudan, and Chad. The map includes the Mediterranean Sea, Red Sea, and Nile River. It features contour lines, place names, and a scale of 1:5,000,000. A note states: "N.B. Dotted lines are doubtful. Contours less than 500 ft taken every 100 ft."

Scale: 1:5,000,000

N.B. Dotted lines are doubtful. Contours less than 500 ft taken every 100 ft.

FIG. (2)

**N.B.** Dotted lines are double!  
Continuous less than 500 is taken every 100

**FIG. (2)**

It is suggested that the source of water is principally upward leakage from the underlying artesian aquifers, with some contribution from the alluvium. This explains the superior quality of ground-water in this area in the light of the conclusions previously arrived at in the U.A.R., as these waters occur in the oldest formations under investigation in Libya.

(ii) For the first time, quality maps are prepared on a regional scale for this part of the Sahara, although some maps have been prepared for local areas in U.A.R., It was unavoidable to construct these maps on the bases of widely expanded points of observation due to the non-availability of water sources other than those sampled during the present study. These maps are considered as preliminary. In the present work T.D.S. are plotted on contour maps which show the distribution of the constituents in the ground-water of Libya and U.A.R. (Fig. 2). The values used are average values (Tab. 2).

Examining these maps it is evident that they have gotten the same trend as the T.D.S. for which special attention is given.

This map shows the general distribution of ground-water quality. Without going deeper into geological details it can be generally stated that there are three sources of fresh water and one source of salt water, which are described as follows :

*(a) Fezzan Basin :*

This area covers the southwest corner of Libya, comprising Fezzan Basin. From the map it is evident that there is a general increase in ground-water concentration in a north-east direction. The best waters are found at Tragen where exceptionally good quality

water is obtained with T.D.S. less than 100 p.p.m. Ground-water characteristics of different areas of this basin have already been discussed.

*(b) Artesian Basin of the Western Desert of U.A.R. :*

This basin comprises the oases of the western desert of U.A.R., namely Baharia, Farafra, Dakhla and Kharga. Ground-water potentialities in this area are mainly concentrated in Nubian sandstone aquifers, classified among different geological ages. Ground-water characteristics of different areas in this basin have already been discussed. From the T.D.S. quality map it is clear that the ground-water concentration increases in a westward direction.

The origin of these waters is one of the major hydrological problems studied by many authors.

*(c) Coastal Regions :*

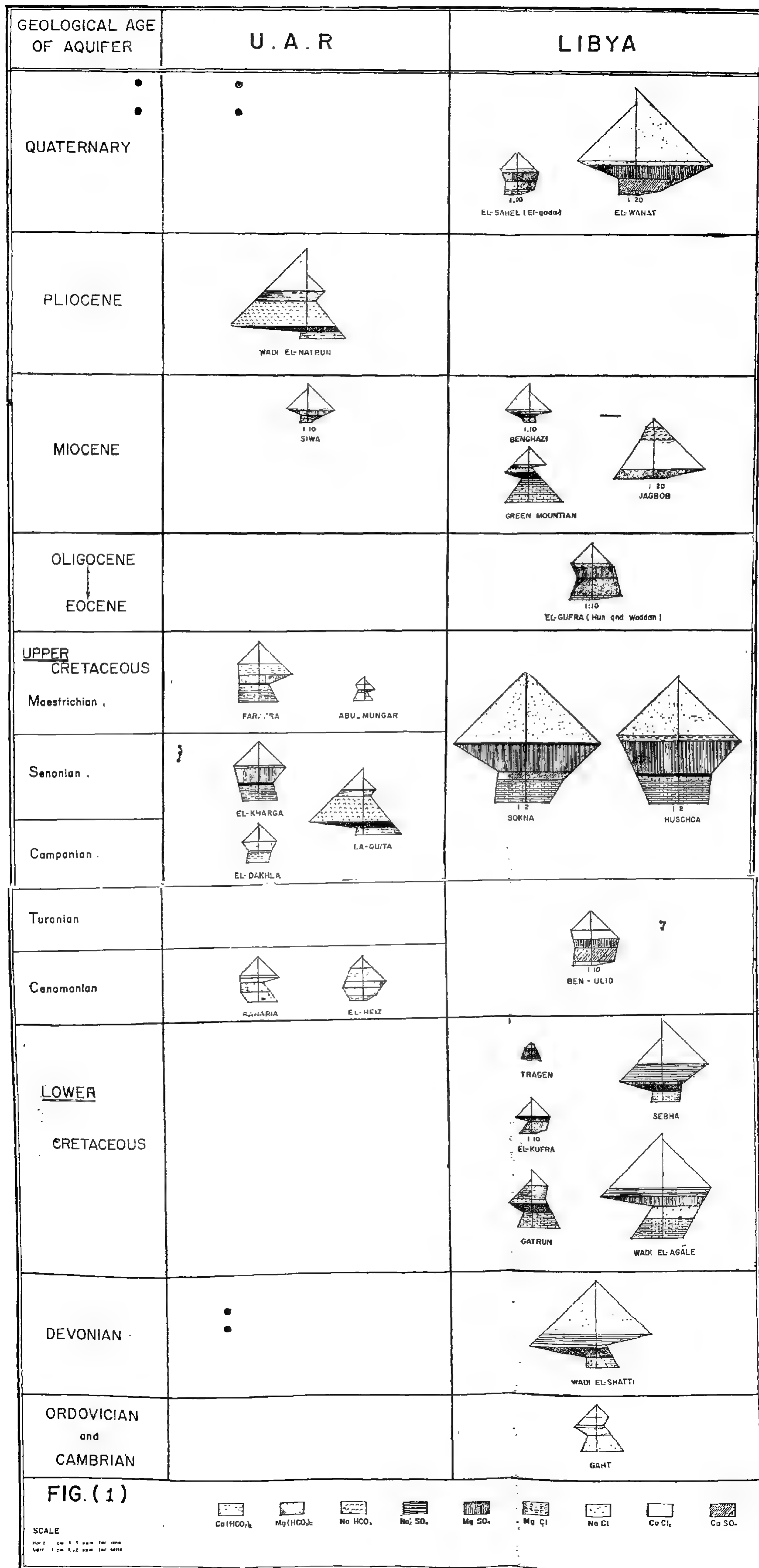
Limited supplies of good quality water are irregularly distributed along the whole coastal zone bordering the Mediterranean Sea. The source of this water is local rainfall. Replenishments thus completely dependable on its frequency and duration.

*(d) Salt Water Intrusion :*

An outstanding feature of this part of the Sahara, clarified by the quality contour maps, is the existence of a continuous source of salt water, which lies along the extension of the Gulf of Sirte in a southeastern direction. Salt water intrusion in this area seems to be a controlling factor in the ground-water quality distribution.




# GROUND - WATER COMPOSITION and GEOLOGICAL AGE of AQUIFERS IN U.A.R and LIBYA .



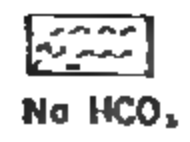
**FIG. ( 1 )**

SCALE

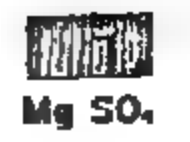
Horizontal scale 1 cm = 1 km  
Vertical scale 1 cm = 100 m

  $Ca(HCO_3)_2$

  $Mg(HCO_3)_2$

  $NaHCO_3$

  $Na_2SO_4$

  $MgSO_4$

  $MgCl$

  $NaCl$

  $CaCl_2$

  $CaSO_4$



2. Water obtained from Cretaceous aquifers, other than Sandstones, is inferior in quality and reflects the nature of the prevailing formations, e.g., the presence of  $\text{CaSO}_4$  in the ground-water at Ben Ulid is most probably due to the presence of Gypsum, and the presence of dolomitic limestone at Sokhna and Huschca is mostly responsible for the presence of equal amounts of Ca and Mg in the ground-waters.

3. The best waters are obtained at Abu Mungar in U.A.R. and at Tragen in Libya.

4. There is a close resemblance between the composition of artesian water obtained from Nubian aquifers at El-Laquita in the south and the ground-waters at Wadi El-Natrun area far to the North in a Pliocene territory. Both waters being thus unique in containing significant amounts of sodium bicarbonate. This important result gives more weight to the views regarding that the source of ground-water in Wadi El-Natrun area lies in the Nubian Sandstone aquifers, other than seepage from the River Nile. Moreover, the Nubian source is supported by the north eastern side of the depression as indicated by geophysical work. Regarding these waters as evidence of a subterranean confluence of the Nubian and Nile water tables.

#### *Devonian Sandstones :*

Devonian sandstones crop out in a broad east west band along the southern border of Hamada El-Hamra and pass to the south east beneath Wadi El-Shatti.

Devonian sandstones are considered to be a potential source of large supplies of ground water.

The great exposures of outcrop areas are generally covered by a thin carpet of sand or pebble alluvium that rapidly absorbs any precipitation falling upon its surface.

The Devonian series is underlain by Silurian clays, exposed on the escarpment of

Acacus Tardort, but not seen on the Shatti region, but could form an impervious layer at the base of the massive sandstones.

The Devonian series is overlain by a Carboniferous series of interbedded clays and siltstones providing a confining layer above. The thickness of the Devonian Strata is approximately one hundred metres in Shatti valley.

The quality of the water in the Devonian aquifers is excellent for irrigation and suitable for domestic use.

The waters are characterised by a predominance of sodium chloride, the constituents are represented by the following relations :

$$\text{Na} > \text{Mg} = \text{Ca} ; \text{Cl} > \text{CO}_3 > \text{SO}_4$$

#### *Cambrian and Ordovician Sandstones :*

The interbedded sandstones and conglomerates underlying the Ghat El Barkat area form an excellent artesian aquifer. Precipitation falling on the Tassilian High-lands is absorbed into these sandstones partly percolating to the zone of saturation. The underlying gneisses and schists and the overlying thick clay sequences, form confining layers above and below the aquifer. The permeable texture of the aquifer permits water to migrate from the recharge area on the flanks of Tassilian Ager eastward towards the centre of the Fezzan basin.

Moreover, Ordovician and Cambrian rocks also include a sequence of sandstone and shale, largely of continental origin.

Ground-water in Ghat El Barkat area is obtained by shallow artesian wells drilled or dug. Flows may be obtained at many places and artesian springs may also discharge from the sandstones. The composition of ground-water in Ghat area is excellent and can be represented by the following relations :

$$\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} ; \text{CO}_3 > \text{Cl} > \text{SO}_4$$

It is interesting to note that the quality of water in Ordovician and Cambrian sandstones is superior to that found in Devonian aquifers.



## DISCUSSION AND CONCLUSIONS

(i) The study of Fig. (1) leads to the following conclusions :

*Quaternary :*

Quaternary formations are generally represented by superficial deposits of dunes, loess and alluvium.

Ground-waters from Quaternary aquifers are represented in the present work by the sources of El-Goda at ElSahel and El-Wahat in Libya. The water is characterized by relatively high salinity, and predominance of NaCl. The composition can be represented by the following relations :

$$\text{Ca} = \text{Mg} < \text{Na} ; \text{Cl} > \text{SO}_4 > \text{CO}_3$$

*Pliocene :*

Wadi El-Natrun area in U.A.R. ; represents an excavation in the Pliocene formations. It is bounded by low lying cliffs composed of sandstone grading into calcareous sandstone, sandy limestone and porcelaneous limestone, which forms a weather resistant cap on the top of the softer formations. Gypseous and carbonaceous clays are not uncommon in the succession.

Geophysical work has indicated the occurrence of an important fault along the north eastern side of the depression, which may to some extent, be regarded as responsible for the occurrence of water in that area.

*Miocene :*

Miocene waters are represented in the present work by sources from Siwa in U.A.R., and Benghazi, Green Mountains and Jaghub in Libya. Miocene formations in these areas are generally represented by organic detrital limestone, fossiliferous white sandy limestone, calcareous sandstone, limestone, gypsiferous shale, near shore and continental formations.

From Fig. (1) it is clear that waters from Siwa in U.A.R. resemble those from Benghazi in Libya suggesting a similar regime in both localities. Sodium chloride is the dominating constituent in both waters.

*Oligocene to Eocene :*

Hun and Waddan ground-water sources at El-Gufra lie in an area where abundant interbeds of gypsum occur. This is reflected on the composition of ground-water where  $\text{CaSO}_4$  dominates on other components as clearly shown by Fig. (1).

*Cretaceous :*

Aquifers of Cretaceous age are mainly represented by the Nubian Sandstone, the most important source for ground-water both in U.A.R. and Libya. In U.A.R. the Nubian Sandstone is dated as Upper Cretaceous (Cenomanian to Maestrichtian) and covers most of the southern regions including the Oases of the Western Desert, namely Baharia and El-Heiz, Dakhla, Kharga, Farafra and Abu Mungar. For the first time the artesian Nubian Sandstone aquifer is tapped in the Eastern Desert by a new well drilled at El-Laquita.

In Libya the Nubian Sandstone aquifer is dated as Lower Cretaceous and yields water to the wells in Wadi-El-Agale, Gatrui, Sebba, Tragen and El-Kufra. Moreover, in Libya other ground-water supplies are obtained from Upper Cretaceous formations, e.g., dolomitic limestones with marl, shale and gypsum at Ben Ulid (El-Sahel); and Sokhna and Huschca (El-Gufra).

By examining Fig. (1) the following conclusions were obtained.

1. The quality of water found in the Nubian Sandstone aquifers is generally rated as good to excellent.

Average Composition of Ground Water From U.A.R. and Libya  
Table (2)

Region	T.D.S.	Average Results Expressed in p.p.m.						Average Results Expressed in millequivalent/litre									
		HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Na	K	Ca	Mg	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Na	K	Ca	Mg		
U.A.R.																	
Wadi El-Natrun	420	188	35	50	140	5	12	6	3.1	0.7	1.4	6.1	0.1	0.6	0.5	0.5	
Baharia	235	95	18	60	30	9	15	17	1.6	0.4	1.7	1.3	0.2	0.8	1.4	1.4	
El-Heiz	248	26	51	68	21	3	19	19	0.4	1.1	1.9	0.9	0.1	0.9	1.5	1.5	
								27	1.5	0.8	2.7	1.5	0.2	1.6	1.6	1.6	
Abu-Mungar	127	45	11	33	14	2	17	6	0.7	0.2	0.9	0.6	0.1	0.9	0.5	0.5	
Dakhla	208	46	50	54	24	11	20	10	0.8	1.0	1.5	1.0	0.3	1.0	0.8	0.8	
Kharga	332	90	59	79	35	18	27	20	1.5	1.2	2.2	1.5	0.5	1.3	1.6	1.6	
East Desert (La-Quita)	391	191	30	35	100	4	12	7	3.1	0.6	1.0	4.4	0.1	0.6	0.5	0.5	
Siwa	1935	172	355	764	397	—	128	63	2.8	7.4	21.5	17.3	—	6.4	5.1	5.1	
LIBYA																	
El-Sahel	2239	218	694	608	310	36	217	124	3.6	14.4	17.1	13.5	0.9	10.8	10.2	10.2	
El-Gufra	1300	215	400	450	320	28	260	75	3.5	8.3	12.7	13.9	0.7	13.0	6.2	6.2	
Wadi El-Shatti	400	110	40	160	110	22	16	10	1.8	0.8	4.5	4.8	0.6	0.8	0.8	0.8	
Sebha	360	84	75	130	70	20	18	10	1.4	1.6	3.7	3.0	0.5	0.9	0.8	0.8	
Wadi El-Agale	440	100	120	140	105	18	52	10	1.6	2.5	3.9	4.6	0.5	2.6	0.8	0.8	
Tragen	86	48	22	7	2	12	4	10	0.8	0.5	0.2	0.1	0.3	0.2	0.8	0.8	
Gatrun	306	141	51	46	40	12	25	9	2.3	1.1	1.3	1.7	0.3	1.2	0.7	0.7	
Benghazi	1600	290	190	600	460	22	74	84	4.8	4.0	16.9	20.0	0.6	3.7	6.9	6.9	
Green Mountain	297	169	17	50	44	2	53	6	2.8	0.4	1.4	1.9	0.1	2.6	0.5	0.5	
El-Wahat	8933	444	2022	4402	2040	163	550	338	7.3	42.1	124.1	88.7	4.2	27.4	27.8	27.8	
Ghat	148	120	34	33	39	4	31	8	2.0	0.7	0.9	1.7	0.1	1.5	0.7	0.7	
El-Kufra	1200	160	560	520	280	40	190	30	2.6	11.6	14.7	12.2	1.0	9.5	2.5	2.5	
El-Marj	886	171	50	229	154	—	95	—	2.8	1.0	6.5	6.7	—	4.7	—	—	
Jagbub	5477	15	793	3000	255	11	1268	268	0.3	16.5	84.6	11.1	0.3	63.2	22.0	22.0	



The geological ages of aquifers from which the samples were collected from the previously mentioned localities are classified as follows :

Age of Aquifer	U. A. R.	LIBYA
Quaternary		El-Sahel (El-Goda) and El-Wahat
Pliocene	Wadi El-Natrun	
Miocene	Siwa	Benghazi, Green Mountain and Jagbob
Oligocene Eocene		El-Gufra (Hun and Waddan)
Upper Cretaceous Maestrichian Senonian Campanian	Farafra and Abu-Mungar El-Kharga El-Dakhla and El-La-Quitka	Sokhna and Hushca
Turonian Cenomanian	Baharia and El-Helz	El-Sahel (Ben-Ulid)
Lower Cretaceous		Tragen, Sebha, El-Kufra, Gatrun and Wadi El-Agale
Devonian		Wadi El-Shatti
Ordovician and Cambrian		Ghat

Water samples collected from the selected localities were analysed for the determination of carbonates, bicarbonates, sulphates, chlorides, sodium, potassium, calcium, magnesium, silica, iron, manganese, phosphorus, boron, strontium, iodine, and including pH value and total dissolved solid estimations (T.D.S.). The obvious aim of such a study is to find out possible similarities or differences between the

samples investigated, in the hope of achieving probable geochemical classification. It is thus desirable under such circumstances to obtain a full picture of the water samples' constitutions.

Numerous techniques, including gravimetric, volumetric, flame-photometric, colorimetric and spectro-photometric procedures have been applied.

## RESULTS

(i) Data concerning the composition of ground-water in different aquifers is obtained from the results of chemical analysis of samples collected for the present study. The purpose of such a study is to try and generalize the results obtained into representative values for every locality, using the average method.

This is represented by Table (2) which shows the average composition of ground-waters of different localities in U. A. R. and Libya.

For the graphic representation of these

results, Finger-print diagrams are constructed and replotted against geological age as shown in Fig. (1).

(iii) Quality of water map is constructed for the whole region of Libya and U.A.R. to show the general distribution of radicals analysed in the ground waters of that part of the Sahara. On this scale it became inevitable to use average values as stated before. Fig. (2) shows a quality map using contour lines indicating the distribution of the T.D.S. constituents in ground waters.



(A) *PRINCIPAL AQUIFERS IN U.A.R.*<sup>(2-6)</sup>

In U.A.R. the ground-water potentialities are mainly concentrated in the Nubian Sandstone aquifers of the Western Desert. These aquifers, although classified among different geological ages, yet a common ground-water source is suspected. This case is characteristically represented in the Cases of Baharia, Dakhla and Kharga which derive their water from Upper Cretaceous Nubian Sandstone classified as follows :

- Cenomanian in Baharia Oasis,
- Campanian in Dakhla Oasis,
- Senonian in Kharga Oasis.

*Farafra Oasis :*

Although its floor is formed of Upper Cretaceous beds of white chalk (Maestoinios), from which the (old) water supply is derived, yet it is suspected that the source lies far below in the older Nubian Sandstones recently tapped by deep borings which are taken into consideration in the present studies.

*Wadi El-Natrun :*

This area represents another regime where the groundwater supply is suspected to be due

to seepage from the River Nile, although the artesian Nubian source is not to be excluded.

(B) *PRINCIPAL AQUIFERS IN LIBYA*<sup>(1,7-9)</sup>

In Libya, the largest reserve of underground water is found in the Western part of Fezzan, in spite of its desert environment. Most of this region is underlain by water-bearing sandstones containing artesian water.

In Western Fezzan there are four major ground-water provinces in which the water is obtained from four entirely different and separate reservoir systems, namely :

- 1) Cambrian and Ordovician sandstones of the Ghatt El-Barkat area.
- 2) Devonian sandstones that underlie the Shatti Valley.
- 3) Early Cretaceous sandstones of the Nubian series which are exposed at or lie only a short distance below the surface of most of the eastern half of the area.
- 4) The unconsolidated deposits of sand, gravel and marl which generally underlie the surface of the broad valleys bordering the great sand areas.

## EXPERIMENTAL

The following Table (1) gives the localities from which samples were collected and analysed.

Table (1)

Country	Locality	No. of samples collected	Country	Locality	No. of samples collected
LIBYA	El-Sahel	2	LIBYA	Wadi El-Natrun	6
	El-Gufra	6		Baharia	13
	Wadi El Shatti	17		El-Helz	1
	Sebha	5		Farafra	8
	Wadi El-Agale	12		Abu-Mungar	3
	Tragen	3		Dakhla	4
	Gatrun	1		Kharga	3
	Benghazi	9		East Desert (La-Quita)	1
	Shahat	1			
	El-Wahat	3			
	Ghat	2			
	El-Kufra	5			
	Jagbub	4			
	El-Merg	4			
	Total	74		Total	39

# INVESTIGATIONS OF UNDERGROUND WATER IN THE SAHARA (U.A.R. and LIBYA)

## I. CLASSIFICATION OF AQUIFERS AND WATERS

*By*

I.B. HAZZAA, M.S. YOUSEF and A.M. ESKANGI

Middle Eastern Regional Radioisotope Centre  
For the Arab Countries, Dokki, Cairo, U.A.R.

### ABSTRACT

Principal aquifers in U.A.R. and Libya were classified according to their geological age, then correlated with the composition of ground-water. A preliminary geo-hydro-chemical classification is constructed.

Quality maps were prepared on a regional scale for this part of the Sahara from which it was possible to identify three localities of

good quality water and one locality of salt water. The two good quality ones comprise respectively the two artesian basins of Fezzan and the Western Desert of Egypt, and the coastal regions along the Mediterranean. It was also possible to detect salt water intrusion from the Mediterranean at the Gulf of Sirte and along its extension in a south eastern direction.

### INTRODUCTION

Investigations of the underground water in the Sahara has become very important due to the vital need of such water. Some activities have been made in the region. The major aquifers in the Sahara are found in three kinds of formations <sup>(1)</sup> two of which are geologic series and a related group of formations formed in a particular period or epoch.

One of the series is the main geologic feature underlying the Sahara; a sandstone series that recent explorations have shown to be of lower Cretaceous age. This sandstone which in many places is interbedded with shale and marl is more than a thousand metres thick and rests on Paleozoic or Precambrian rocks that are impervious to water. It is the Nubian Sandstone Continental intercalaire.

Overlying this sandstone series is a limestone and marl series of marine origin, dating from periods when much of the Sahara was under water. About a thousand metres thick, it is of Upper Cretaceous and Lower Eocene age and almost impervious to water. Above it lies the second major aquifer formation, a sandstone series of Miocene-Pliocene age. This series also about a thousand metres thick, is called the continental Terminal and represents the second important aquifer of the Sahara.

The third class of aquifer is represented by sand dunes, river beds and other surface formations dating from the Pleistocene and Recent epochs.

The present work aims at investigating various characteristics of the aquifers and waters in the Sahara.

## REFERENCES

- 1) "Lehrbuch des Stahlbetonbaues", by Prof. Dr. tech. A. Pucher Springer Verlag, Wien 1961.
- 2) "Journal of the Institution of Structural Engineers, May 1955" 11 Upper Belgrave Street, London, S.W. 1.
- 3) "Journal of the Construction Division, September 1966" American Society of Civil Engineers.
- 4) "Berechnung von Baukonstruktionen nach den Grenzbeanspruchungen" by Prof. Dr. W.M. Keldysch, VEB Verlag Technik, Berlin 1953.
- 5) "Recommendations for an International Code of Practice for Reinforced Concrete" American Concrete Institute, Cement and Concrete Association.
- 6) "Experimental Investigation into the Behaviour of Reinforced Concrete Frames", by Dr. Ing. M. Nasr Proceedings of the Engineering Societies, U.A.R. Vol. II, No. 2, April 1963



2. None of any deformations, allowed in the limit state, take place during the period of using the structure.
3. The economical aspects are thoroughly respected.

The following table, recommended by ZNIPS (4), submits values for the overloading factor  $\omega$ , which the designer can use in calculating the straining actions in the limit stage.

Table 3 Overloading Factor

Type of Loading	Specified Service Load $\text{kg/m}^2$	Overloading Factor $\omega$
1. Own Weights.	—	1.10
2. Flooring, Roofing.	50—200	1.40
3. Dwellings, Offices, Class-rooms.	100—200	1.40
4. Office-Buildings, Halls, Hotels and Hospitals.	300	1.30
5. Stairs, Entrances, Terraces and Balconies.	300—400	1.40
6. Public Buildings, Small Shops, Restaurants, Assembly Rooms and Industrial Buildings.	400	1.20
7. Cinemas, Theatres, Club-houses, Museums and Central Big Shops.	500	1.20
8. Libraries, Baggage rooms, Stores, Garages, Warehouses, Passengers Platforms and the like.	> 500	1.20
9. Hydro-static fluid pressures, Earth pressures.	—	1.10
10. Vertical and horizontal crane loads.	—	1.30
11. Wind loads.	—	1.20
12. Dynamical loads*.	—	1.20

\* Railway bridges, turbine structures and similar buildings subject to special dynamical loads require a special evaluation of the overloading factor.

### CONCLUSIONS

The present paper submits a comprehensive survey of the design methods followed in reinforced concrete structures. It has been emphasised that the calculations based on the allowable stresses do not secure a homogeneous safety all over the structure. In addition it gives reinforcements weak in tension and always wasteful in compression. The design based on choosing a factor of safety against collapse (Ultimate Load Design) does not involve a satisfied guarantee against the excessive deflections and the formation of wide cracks.

The "Limit Deformation Method" (Limit Load Design) is highly appreciated for designing reinforced concrete structures. This method is based mainly on the investigation of :

- 1) Limit deformation on the carrying capacity (Stability and Strength).
- 2) Limit deformation on deflection.
- 3) Limit deformation on formation of cracks.

It is easy to work out tables for designing reinforced concrete structures, by developing the equations of equilibrium derived from the plastic theory.

From Fig. 9 <sup>(4)</sup> the homogeneity factor of concrete  $\rho_c$  is given by :

$$\rho_c = 1 - 3 \times \frac{13.3}{100} = 0.601$$

The ZNIPS <sup>(4)</sup> recommends the following values :

For concrete having

$$C_{28} = 50 - 300 \text{ kg/cm}^2 \quad \rho_c = 0.55$$

For concrete having

$$C_{28} = 300 - 600 \text{ kg/cm}^2 \quad \rho_c = 0.65^*$$

From the above mentioned analysis the computation of the internal forces in the limit deformation design can be assessed on the following values :

$\sigma_p$  &  $\varepsilon_p$  = specified concrete prism strength and its corresponding strain.

$\sigma_y$  &  $\varepsilon_y$  = specified yield stress of steel and its corresponding strain.

$$\bar{\Phi} = 0.55 - 0.65 \text{ for concrete.}$$

$$\bar{\Psi} = 0.85 - 0.90 \text{ for steel.}$$

By fixing the values of  $\bar{\Phi}$  and  $\bar{\Psi}$ , the equations (8), (11), (13), (14), and (15) can be developed enabling the establishment of the design tables used for dimensioning reinforced concrete structures by the method of limit deformations.

## II.22) External Force producing Limit Deformation (Overloading Factor $\omega$ :

The standard loads are the specified values of the service loads which take place under the normal use of the structure. The increase of dead and live loads, the influence of dynamical action, the deviation of the geometrical shape of the structure, and the statical calculations computed by the theory of structures ... etc, are factors that can lead to high values of the straining actions. This may cause the structure to reach the "limit deformation".

The concept of a general factor  $\gamma$ , to be multiplied by the straining actions caused by the service loads, does not represent the real stage of loading, which produces limit deformation. This may be clarified as follows :

- The dead loads do not differ more than 10 — 15 % of the assumed weights of any structure.
- For eccentrically loaded sections, the edge stresses are computed by :

$$\sigma = \pm \gamma \frac{N}{A} \pm \gamma \frac{M}{Z} \quad \text{where :}$$

A & Z = area and modulus of section

N & M = thrust and moment due to service load.

This means that for each summation, the induced stresses, due to service loads, have to be increased by  $\gamma$ , to reach the edge strength. In fact, the real final stress is smaller than the sum of each stress produced by every individual straining action. On the other hand any deviation of N and M can lead to stresses higher than those determined from the above mentioned formula.

- In case of continuous beams, or in general for statically indeterminate structures, the application of a general factor of safety  $\gamma$ , will lead to smaller values of bending moments, if the permanent load acts oppositely to the redundant moments and higher values, if it acts in the same sense as the resultant moment.

The main aim of the design according to the "Limit Deformation Method" is the assurance that the deformations produced by the loads in limit stage are less than the allowable limits of these deformations. Therefore an overloading factor  $\omega > 1.0$  has to be so selected that the carrying capacity of the structure is not endangered. In other words this overloading factor  $\omega$  must be specified that :

- The assumptions, made to guarantee the safety, are minimised.

\* Successive and strict control in producing this special concrete permit this high value.



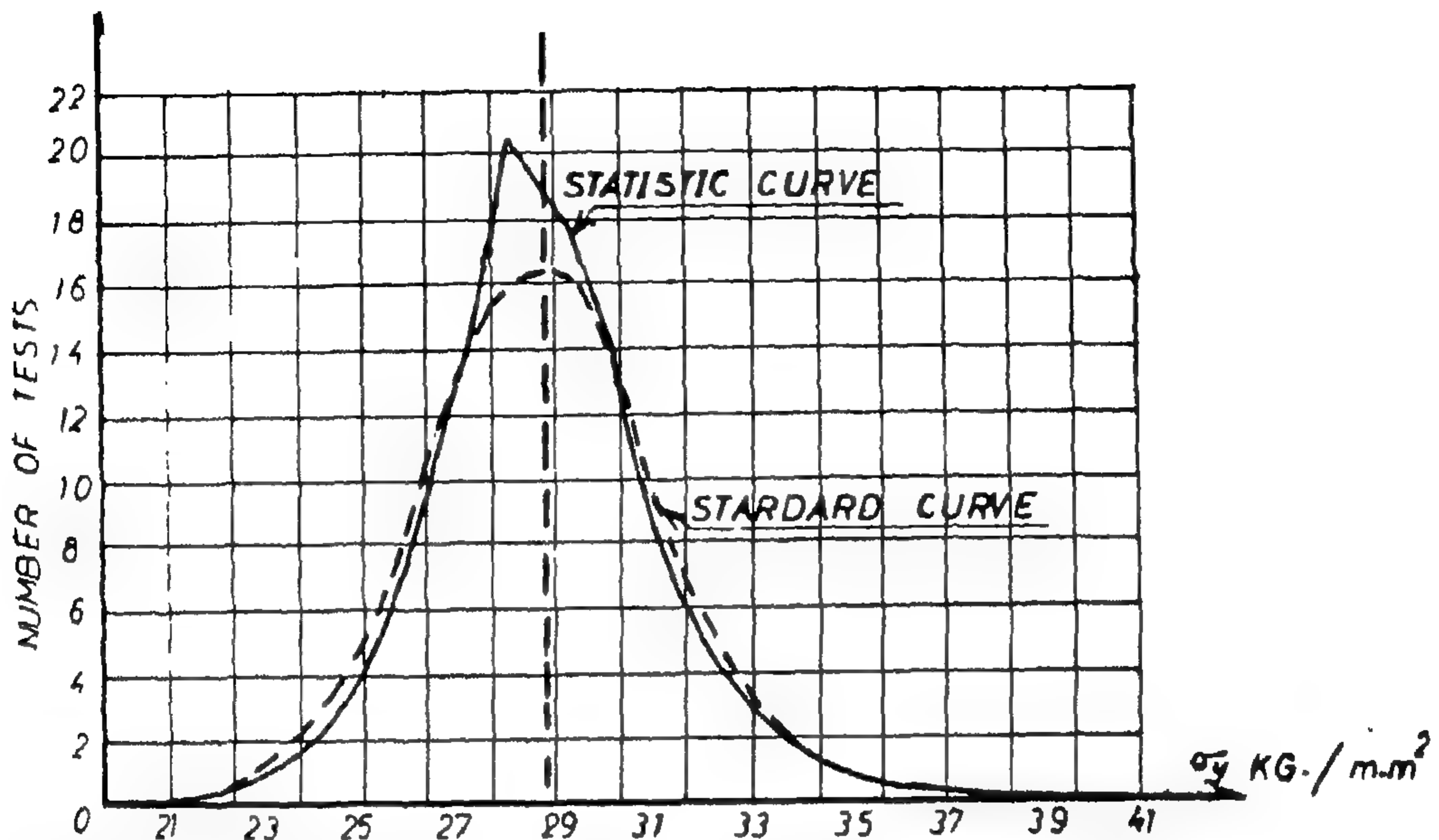


FIG.8- DISTRIBUTION OF THE DEVIATION OF YIELD STRESS OF MILD STEEL FROM THE SPECIFIED YIELD STRESS ( $\eta = 2,38\%$ )

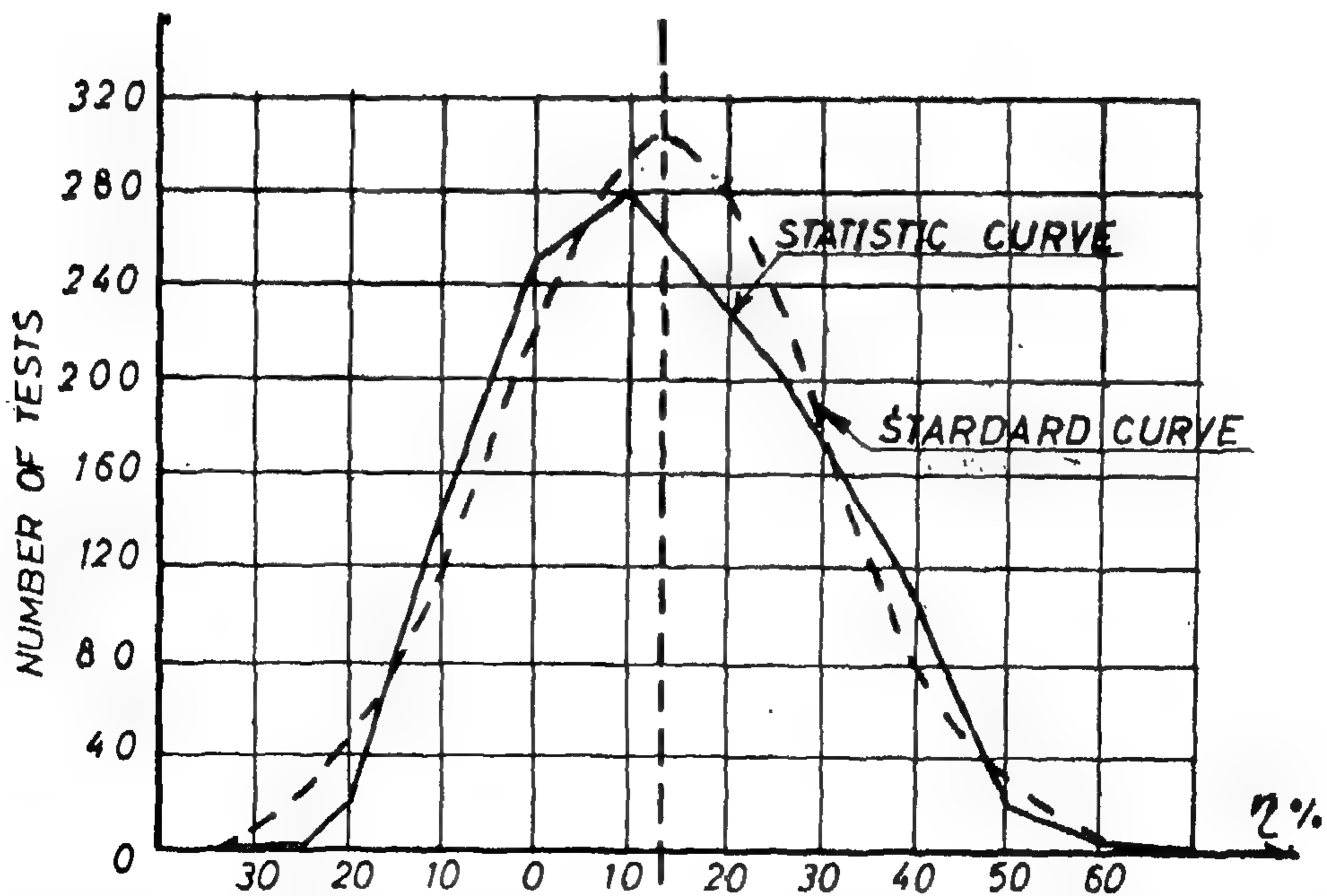


FIG.9- DISTRIBUTION OF THE DEVIATION( $\eta$ ) OF THE COMPRESSIVE CONCRETE STRENGTH FROM THE SPECIFIED STRENGTH ( $\eta = 13,3\%$ )



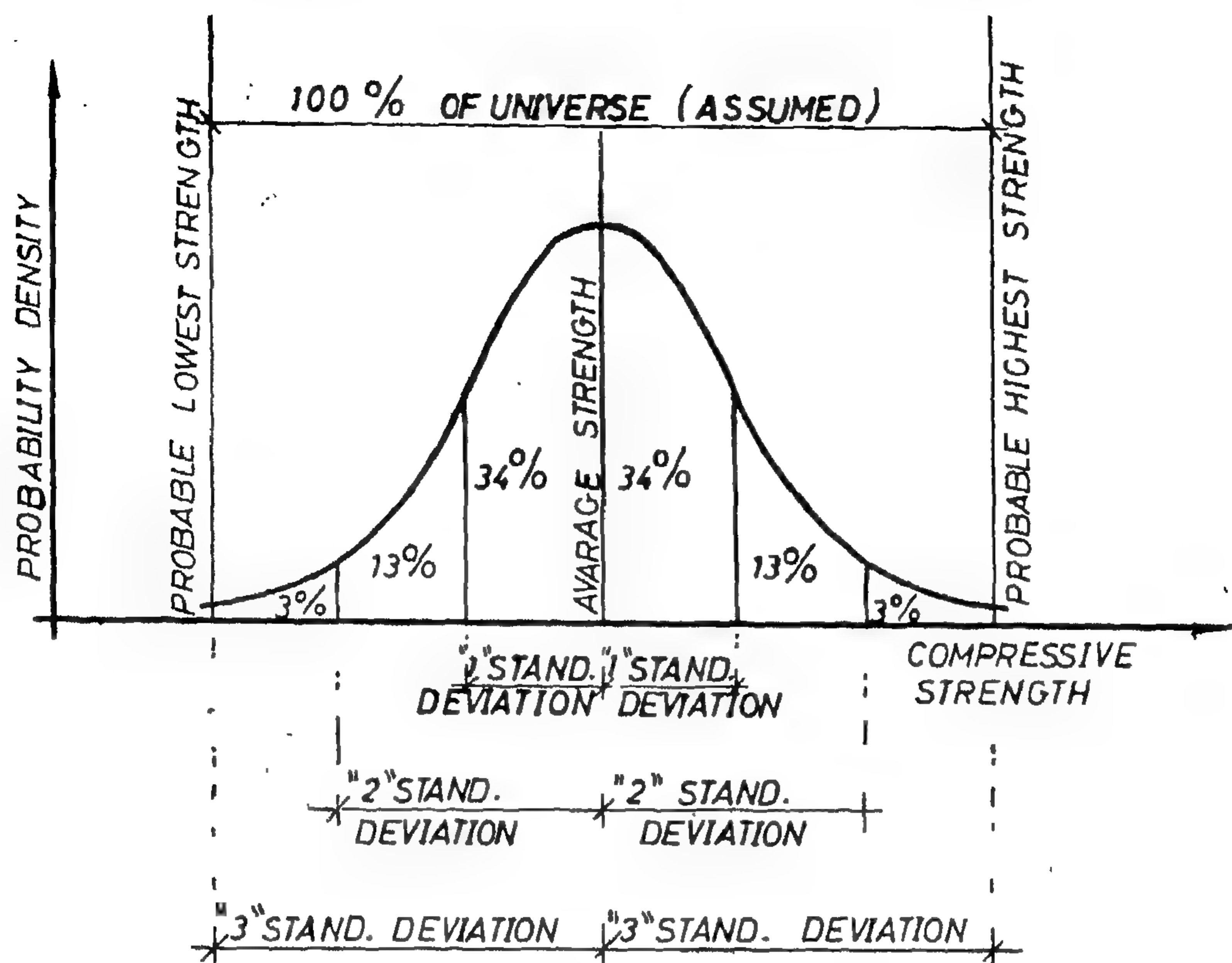


FIG. 7. STANDARD PROBABILITY CURVE

The limit deformation designing method assumes a diminution in the actual strength than the specified one. A homogeneity factor  $\rho < 1.0$  is recommended to describe the bulky character of the factors affecting the deviation of the real strength. For reinforced concrete structures, the quality of raw materials, human element involved in manufacturing cement and steel, technique of execution, elasto-plastic behaviour of materials, creep & shrinkage effect, and fatigue action ... etc. are factors that may lower the strength of concrete and steel below the specified strengths adopted in design. The evaluation of the homogeneity factor  $\rho$  for both materials can be derived from the simple relation :

Homogeneity Factor  $\rho$  :

$$\rho = 1 - m \frac{\sigma}{R} = 1 - m \eta$$

where :

$R$  = average strength

$\sigma$  = the standard of the distribution of the probability curve

$m$  = a positive number = 3.

From data shown in Fig. (8), <sup>(4)</sup> the homogeneity factor for steel  $\rho_s$  is given by :

$$\rho_s = 1 - 3 \times \frac{2.38}{100} = 0.9286$$

For practical design purposes, the following values were recommended by ZNIPS <sup>(4)</sup> "Central Scientific Research Institute for Industrial Installations" USSR.

For normal mild steel and cold-drawn steels

$$\rho_s = 0.85$$

For high grade steels

$$\rho_s = 0.90$$

### b) Public Building

Factors A = g	From table 1.
B = g	X (factor) = 1.75
C = g	
Factors D = v.s	From table 2.
E = s	Y (factor) = 1.5

Therefore factor of safety

$$\gamma = 1.75 \times 1.5 = 2.625 \\ = 2.65$$

### II.2) Limit Load Design :

In reinforced concrete structures, excessive deflection and wide cracks are produced earlier than failure. Therefore the safety is much more assured, if the design is based on that loading stage at which the structure begins to be useless. This stage is known as the "LIMIT DEFORMATION" and the loads producing it are known as the "limit loads."

The basic idea of designing reinforced concrete structures by means of "the limit Deformation Method" is to involve a full guarantee that, during the period of using the structure, no prohibited deformations will be produced either in the whole structure or in a part of it. In order to base our design on a reasonable feature, one has to differentiate between three types of limit deformations :

a) *Permanent Excessive Deformation* : when this takes place, the carrying capacity is so over-passed that the structure becomes unfit and under no circumstances will it be allowed for any further use.

b) *Dangerous Deformation caused by Dynamical Effect*: Due to the change of the dynamical loading and/or over-oscillating, deformations are so produced that the structure strength and its stability are seriously endangered. Consequently it will be improbable for the structure to be of any further utility.

c) *Wide Cracks*: This type of deformations, when occur, will utterly reduce the resistance and stability of the structure and render it practically unusable. This is due to lack of water tightness and the probability of rust formation.

Therefore, the important factors, that can affect the state of the limit deformation, are grouped in :

- \* Factors affecting the quality and the mechanical properties of the materials, from which the structure is executed (Homogeneity Factor  $\rho$ ).
- \* Factors affecting the External loading and External Influences (Overloading Factor  $\omega$ ).

### II.21) Quality and Properties of Materials (Homogeneity Factor $\rho$ ) :

Experienced investigation has shown that the quality and the mechanical properties of the building materials can not be described by means of permanent homogenous factors. In fact, the change and deviation of the values of the materials strength are characters of such properties. The resistance and properties of reinforced concrete as a building material depend on :

#### a) Conditions of natural materials (Aggregates)

A thorough study of the change of concrete strength due to the use of aggregates from different quarries, can offer a sound factor for evaluating the reflection of natural materials on concrete strength.

#### b) Conditions of producing artificial materials

Reinforced concrete is an artificial building material. Its main components, cement & steel are also artificially produced and have a major influence on reinforced concrete resistance which depends on the different techniques used in manufacturing the cement and steel.

For concrete and steel the statistical analysis of the numerous test results has been used as a tool to determine the specified strength. The most appropriate solution was the adaption of the probability curve<sup>(3)</sup> shown in figure 7. When applied to concrete and steel, as shown in figures 8 and 9, the specified concrete and steel strengths comply with the probability curve.

Table 1. Values of X factors

Characteristic	B =			
	v.g	g	f	p
A = v.g & C = (v.g (g (f (p	1.1	1.3	1.5	1.7
	1.2	1.45	1.7	1.95
	1.3	1.6	1.9	2.2
	1.4	1.75	2.1	2.45
A = g & C = (v.g (g (f (p	1.3	1.55	1.8	2.05
	1.45	1.75	2.05	2.35
	1.6	1.95	2.3	2.65
	1.75	2.15	2.55	2.95
A = f & C = (v.g (g (f (p	1.5	1.8	2.1	2.4
	1.7	2.05	2.4	2.75
	1.9	2.3	2.7	3.1
	2.1	2.55	3.0	3.45
A = p & C = (v.g (g (f (p	1.7	2.15	2.4	2.75
	1.95	2.35	2.75	3.15
	2.2	2.65	3.1	3.55
	2.45	2.95	3.45	3.95

II.12) Group Y: Factors influencing the seriousness of collapse results :

Factor D: Danger to personnel

Factor E: Economic Considerations.

The assessment of the factors D and E is evaluated in terms of three categories :

Not Serious (n.s)  
 Serious (s)  
 Very Serious (v.s)

Table 2. Value of Y factors

Characteristic	D =		
	Not serious	Serious	Very serious
(Not serious	1.0	1.2	1.4
E = (Serious	1.1	1.3	1.5
(Very serious	1.2	1.4	1.6

Having evaluated the X and Y factors, the appropriate factor of safety against failure  $\gamma$  is given by :

$$\gamma = X \text{ (factor)} \cdot Y \text{ (factor)}$$

Examples :

a) Water Tank :

Factors A = g  
 B = v.g  
 C = g

From table 1.

$$X \text{ (factor)} = 1.45$$

Factors D = n.s

E = s

From table 2.

$$Y \text{ (factor)} = 1.1$$

$$\begin{aligned} \text{Thus factor of safety } \gamma \\ \gamma &= 1.45 \times 1.1 = 1.595 \\ &= 1.6 \end{aligned}$$



finite form  $\bar{\Phi} = \bar{\Phi}(\Phi)$  of the reduced deformation curve of concrete. The concept of the reduced deformation curve of steel ( $\bar{\Psi}$ ) produces, to a certain extent, an influence on the value  $\beta$ .

## 1.2) Plastic theory applied to stage of Service loads :

In view of the previous analysis, design

tables can be obtained by fixing the permissible strains, produced under the effect of service loads. The development of equations (8), (11), (13), (14) and (15) is then achieved by choosing a suitable reduced deformation curve of concrete and steel, determining the special functions  $\Phi$  and  $\Psi$ . The definite values  $\epsilon_p$ ,  $\sigma_p$  and  $\epsilon_y$ ,  $\sigma_y$  are known according to the used type of concrete and steel.

## "II" DESIGNING BASED ON FAILURE LOADS

### II.1) Ultimate Load Design :

Some designers establish their calculations by taking a factor of safety against collapse. In this respect the internal forces are computed by applying equations (8), (11), (13), (14) and (15) providing that .

$\sigma_p$  = the strength of concrete at failure  
(Prism Strength)

$\epsilon_p$  = the strain of concrete at failure

$\sigma_y$  = the strength of steel at failure  
(Ultimate Strength)

$\epsilon_y$  = the strain of steel at failure

$\Phi = \bar{\Phi} = \Psi = \bar{\Psi} = \text{unity}$

For computing the external forces in the ultimate stage, usually one is satisfied by multiplying the external forces, produced by the service loads, by a factor of safety. This assumption is not always right, because of the formation of the plastic hinges, which produce a redistribution of the ultimate external forces. However a careful assessment of the factors of safety is highly appreciated to standardise the designing procedure. The "Institution of Structural Engineers" (2) proposed the follow-

ing two tables to select the proper factor of safety against failure.

### II.11) Group X : Factors influencing the probability of collapse

Factor A: *Workmanship*; having regard to inspection, maintenance and materials.

Factor B: *Loading* ; having regard to control of use.

Factor C : *Accuracy of Analysis*; having regard to type of structure.

The rating of the factors A, B, and C are :

Very Good	(v.g.)
Good	(g)
Fair	(f)
Poor	(p)

A "good" or "very good" rating is adopted when the character of any of the above mentioned factors is such that the probability of collapse is relatively small. On the other hand, when the circumstances are such that the risk of collapse is relatively high, the rating should be "fair" or "poor".

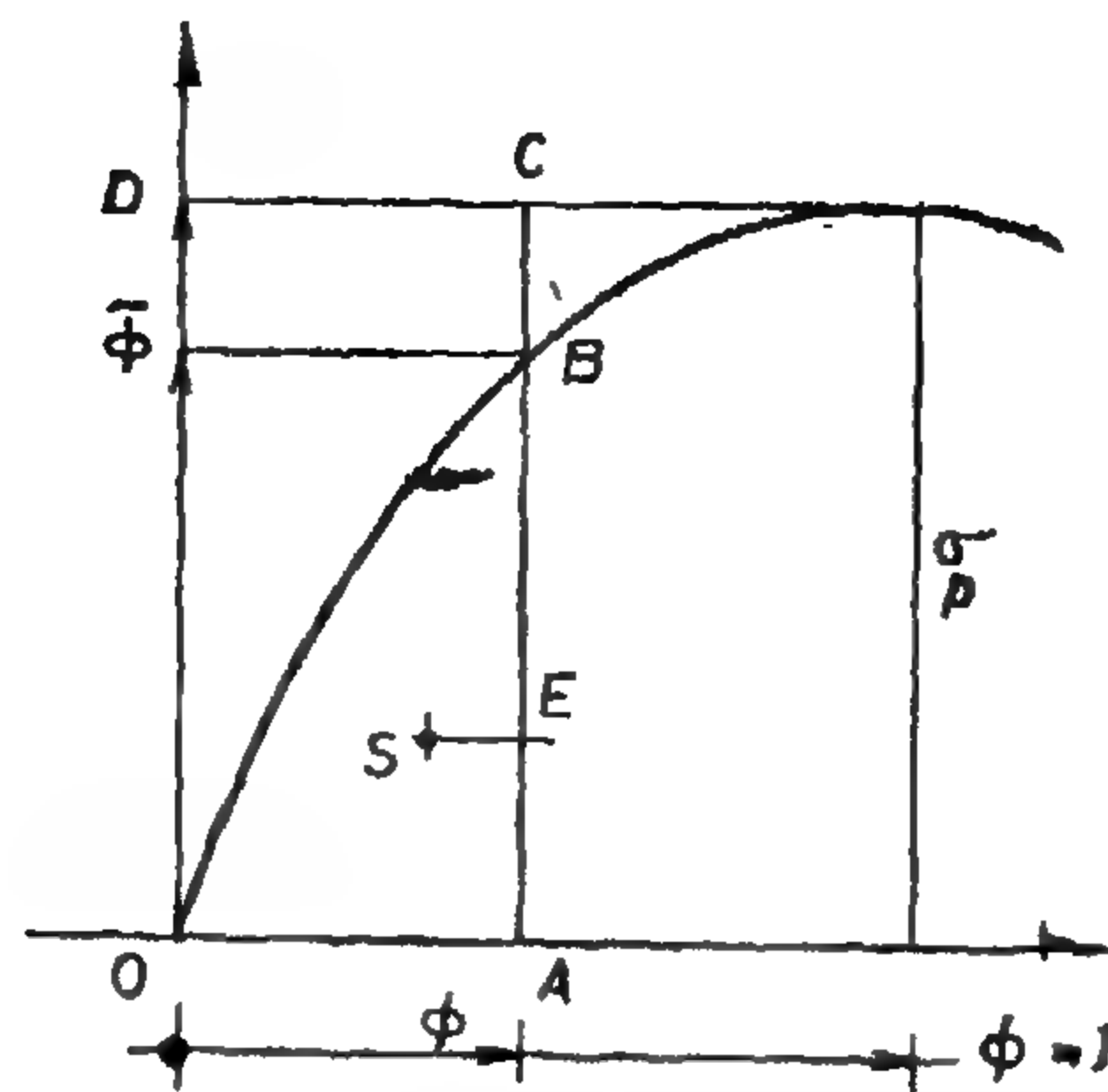


FIG. 6. GEOMETRICAL EXPLANATION OF THE VALUES  $\chi(\phi)$  AND  $\lambda(\phi)$

Consequently the concept of the reduced deformation curves of concrete and steel provides the determination of the internal forces which depend on  $\Phi$ ,  $\Psi$ ,  $\epsilon_p$ ,  $\sigma_p$ ,  $\epsilon_y$ ,  $\sigma_y$ .

The condition of equilibrium necessitates that  $\Sigma N = 0$  &  $\Sigma M = 0$ .

Hence

$$C = T$$

$$\text{i.e. } \chi \cdot \xi \cdot \sigma_p \cdot b \cdot d = A_s \cdot \bar{\Psi} \cdot \sigma_y$$

From which we get :

$$\frac{A_s}{bd} \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_p} = \mu \cdot \beta = \frac{\chi \xi}{\bar{\Psi}} \quad (11a)$$

The ratio  $\beta = \frac{\sigma_y}{\sigma_p}$  depends on the quality of steel & concrete and does not depend on the stage of deformation.

$$\mu = \frac{A_s}{b d} \quad (11b)$$

$$C y_{ot} = T y_{ot} = M$$

substituting from (5) & (8)

$$M = \chi \xi (1 - \lambda \xi) \sigma_p b d^2$$

The specific carrying capacity  $m$  is given by :

$$m = \frac{M}{\sigma_p b d^2} = \chi \xi (1 - \lambda \xi) \quad (12)$$

$$d = \gamma \sqrt{\frac{M}{\sigma_p b}} \quad (13)$$

where :

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{\chi \xi (1 - \lambda \xi)}} \quad (14)$$

Also

$$M = A_s \cdot \bar{\Psi} \cdot \sigma_y \cdot \zeta d$$

$$= A_s \cdot \sigma_s \cdot \zeta d$$

$$A_s = \frac{M}{\bar{\Psi} \cdot \sigma_y \cdot \zeta d} = \frac{M}{\sigma_s \cdot \zeta d} \quad (15)$$

The equations (8), (11a), (11b), (13), (14) and (15) can be used for dimensioning reinforced concrete sections. With the three values  $\gamma$ ,  $\zeta$  and  $\beta$  design tables can be worked out based on the determination of  $\Phi$ ,  $\Psi$  and the

parameter  $\frac{\epsilon_y}{\epsilon_p}$ . Such tables are valid for a de-

The internal compression  $C$  is given by :

$$\begin{aligned}
 C &= \int_{u=0}^{u=z} b \, du \\
 &= \frac{\xi}{\Phi} \cdot \sigma_p \cdot B \cdot d \int_{\alpha=0}^{\Phi} \bar{\Phi}(\alpha) \frac{b(\alpha)}{B} \, d\alpha \\
 &= \chi \cdot \xi \cdot \sigma_p \cdot B \cdot d \quad (5)
 \end{aligned}$$

where the integral :

$$\chi = \frac{1}{\Phi} \int_{\alpha=0}^{\Phi} \bar{\Phi}(\alpha) \frac{b(\alpha)}{B} \, d\alpha \quad (6)$$

depends on :

- 1) the degree of strain ( $\Phi$ )
- 2) the shape of the deformation curve ( $\bar{\Phi}$ )
- 3) the shape of the concrete compression zone  $\frac{b(u)}{B}$

$\chi$  is dimensionless and can be easily calculated since the numerical evaluation is simple

The distance of the internal compression from the neutral axis is given by :

$$\begin{aligned}
 y &= \frac{M_o}{C} = \frac{1}{C} \int_{u=0}^z \sigma \cdot b \, u \, du \\
 &= \left(\frac{\xi}{\Phi}\right)^2 \frac{\sigma_p B d^2}{C} \int_{\alpha=0}^{\Phi} \alpha \bar{\Phi}(\alpha) \frac{b(\alpha)}{B} \, d\alpha
 \end{aligned}$$

Considering the values given in (5) & (6)

$$z - y = \xi d - y$$

$$\begin{aligned}
 &= \xi d \left[ 1 - \frac{1}{\Phi^2 \chi} \times \right. \\
 &\quad \left. \int_{\alpha=0}^{\Phi} \alpha \bar{\Phi}(\alpha) \frac{b(\alpha)}{B} \, d\alpha \right]
 \end{aligned}$$

Substituting the dimensionless function  $\lambda$

$$\lambda = \left[ 1 - \frac{1}{\Phi^2 \chi} \times \int_{\alpha=0}^{\Phi} \alpha \bar{\Phi}(\alpha) \frac{b(\alpha)}{B} \, d\alpha \right] \quad (7)$$

which can be evaluated as  $\chi$

The arm between the internal forces :

$$\begin{aligned}
 y_{ot} &= d - (z - y) \\
 &= d (1 - \lambda \xi) \\
 &= \zeta d \quad \text{where : } \zeta = (1 - \lambda \xi) \quad (8)
 \end{aligned}$$

The tensile force in the steel reinforcements is given by :

$$T = A_s \sigma_s = A_s \bar{\Psi}^s \sigma_y \quad (9)$$

Application to rectangular section :

Substituting  $B = b$  &  $\frac{b}{B} = 1$ , the equa-

tions are simplified to :

$$\chi = \frac{1}{\Phi} \int_{\alpha=0}^{\Phi} \bar{\Phi}(\alpha) \, d\alpha \quad (10a)$$

$$\lambda = 1 - \frac{1}{\Phi^2 \chi} \int_{\alpha=0}^{\Phi} \alpha \bar{\Phi}(\alpha) \, d\alpha \quad (10b)$$

where equations (5), (8) & (9) remain unchanged.

The values  $\chi$  &  $\lambda$  can be explained geometrically (Fig. 6).

$\chi$  represents the ratio  $\frac{\text{Area OAB}}{\text{Area OACD}}$   
 $\lambda$  represents the ratio  $\frac{\text{SE (C.G. of Area OAB)}}{\text{OA}}$

The geometrical explanation of equations (10a) & (10b) facilitates the evaluation of  $\chi$  &  $\lambda$  either geometrically or numerically.



The evaluation of the parameters  $\Phi$  &  $\Psi$ , which can be fixed according to any required stage of strain, and the dimensionless functions  $\bar{\Phi}$  &  $\bar{\Psi}$ , which depend on the shape of the stress-strain curve and not on the absolute values, is available without making special assumption of the deformation curve of the material. The functions  $\bar{\Phi} = \bar{\Phi}(\Phi)$  and  $\bar{\Psi} = \bar{\Psi}(\Psi)$  can be considered as a "Reduced Deformation Curve".

By fixing the state of the deformation and applying Bernoulli assumption, the position of the neutral axis can be determined as shown in Fig. 4.

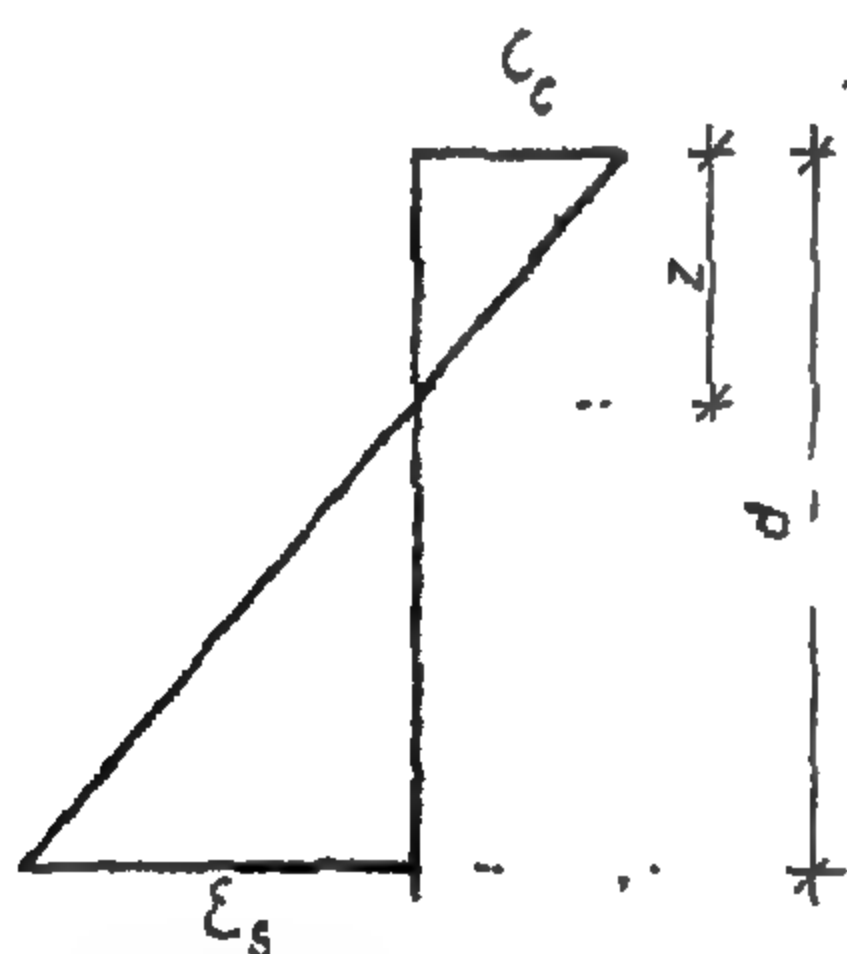


FIG-4- STRAIN DISTRIBUTION

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{\epsilon_s}{\epsilon_s + \epsilon_c} d \\
 &= \frac{\Phi \epsilon_p}{\Phi \epsilon_p + \Psi \epsilon_y} d \\
 &= \frac{\Phi}{\Phi + \frac{\epsilon_y}{\epsilon_p} \Psi} d = \xi \cdot d \quad (3)
 \end{aligned}$$

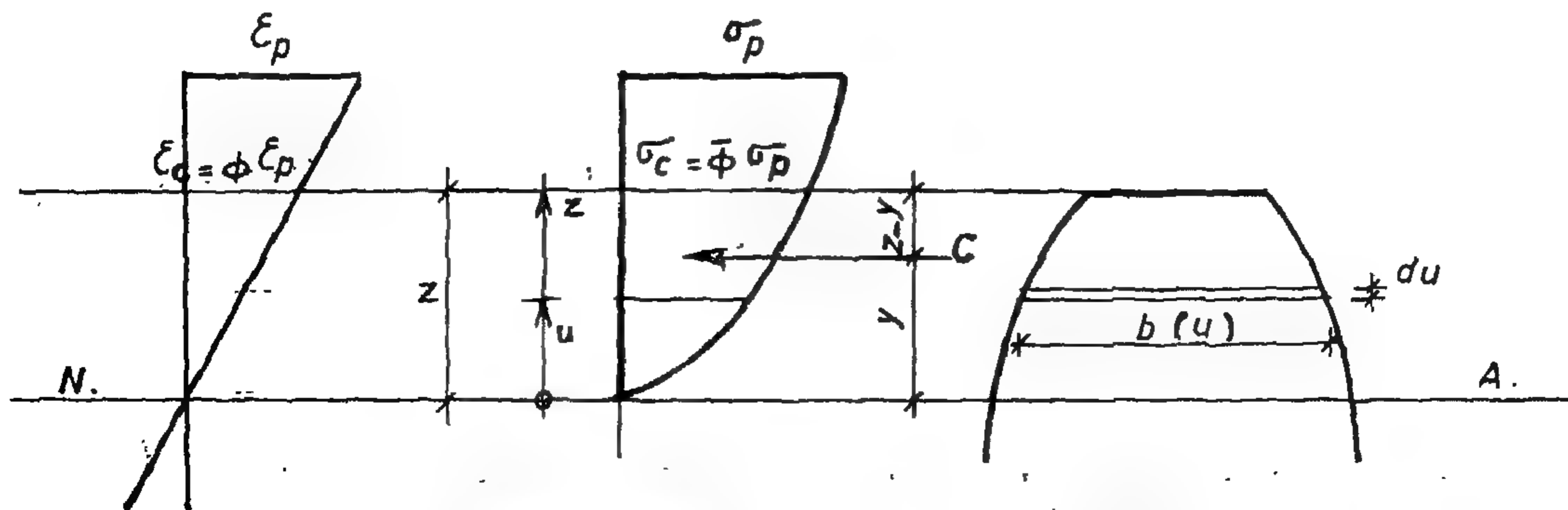


FIG. 5. STRAIN AND STRESS DISTRIBUTION IN THE COMPRESSION ZONE WITH VARIABLE BREADTH (b)

where :

$$\xi = \frac{\Phi}{\Phi + \frac{\epsilon_y}{\epsilon_p} \Psi} = \xi \left( \frac{\epsilon_y}{\epsilon_p}, \Phi, \Psi \right) \quad (4)$$

$\xi$  is a function of  $\left( \frac{\epsilon_y}{\epsilon_p}, \Phi, \Psi \right)$

Therefore the position of the neutral axis depends on the definite values of strain  $\epsilon_p$  &  $\epsilon_y$  as absolute, in addition to the state of deformation ( $\Phi$  &  $\Psi$ ), however independent of the form of the deformation curve of concrete and steel.

The computation of the internal compression  $C = \int \sigma dA$  and its acting position can be derived easily from Fig. 5 where the breadth of the section is variable and function of  $u$ :

$$b(u) = B \frac{b(u)}{B}$$

where  $B$  is a chosen fixed value

$b(u)$  and  $\frac{b(u)}{B}$  is dimensionless.

For rectangular section  $\frac{b(u)}{B}$  equals constant

= unity and  $B = b$ .

By choosing a dimensionless integration variable  $\alpha$  for :

$$u = \frac{\alpha}{\Phi} \cdot z = \alpha \cdot \frac{\xi}{\Phi} \cdot d$$

$$du = \frac{\xi}{\Phi} \cdot d \cdot d\alpha$$

For computation of steel reinforcements, the general tendency of the modular method is to provide too little steel in tension and excessive steel in compression, due to the limitations of modular ratio. The experimental results<sup>(6)</sup> have envisaged that designs based on elastic theory give reinforcements often weak in tension and always wasteful in compression, without having a homogeneous factor of safety throughout the whole structure.

It is not aimed here to reject completely the allowable stresses procedure, but it seems essential to follow a design method involving the plastic deformation of concrete. This track leads us to study the plastic theory for determining the internal equilibrium of reinforced concrete sections subjected to simple bending.

### PLASTIC THEORY

The application of the plastic theory to reinforced concrete sections, subjected to simple bending, as recommended by Prof. Dr. Ing. A. Pucher<sup>(1)</sup>, is mainly based on Barnoulli assumption :

"Plane sections before bending remain plane after bending, namely strains are proportional to their distance from the neutral axis".

Fig. 2 shows the typical stress-strain curve of concrete having the two definite values :

$\sigma_p$  &  $\epsilon_p$  as concrete compressive strength and its corresponding strain.

The variable strain  $\epsilon_s$  and its accompanied stress  $\sigma_s$  can be given in terms of  $\epsilon_p$  &  $\sigma_p$  as follows :

$$\begin{aligned}\epsilon_s &= \Phi \epsilon_p \\ \sigma_s &= \bar{\Phi} \sigma_p \\ \bar{\Phi} &= \frac{\sigma_s}{\sigma_p} = \bar{\Phi}(\Phi)\end{aligned}\quad (1)$$

$\Phi$  is a function of  $\Phi$

When applying the same analysis to steel, having the typical stress-strain curve, shown in Fig. 3, with the two definite values :

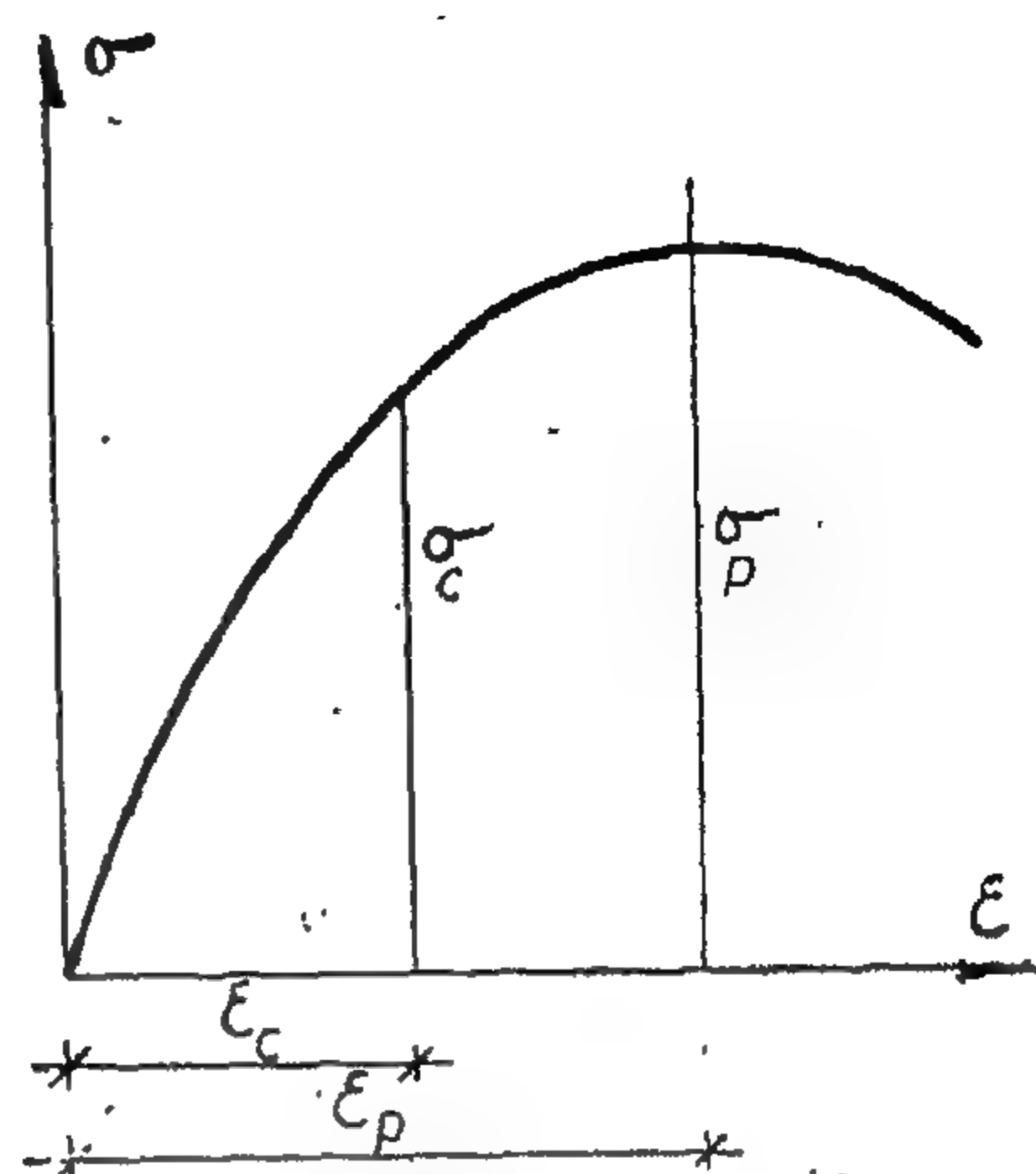


FIG.2-TYPICAL CONCRETE STRESS-STRAIN CURVE

$\sigma_y$  &  $\epsilon_y$  steel strength and its corresponding strain.

The variable strain  $\epsilon_s$  and its accompanied stress  $\sigma_s$  are given in terms of  $\epsilon_y$  &  $\sigma_y$  as follows :

$$\begin{aligned}\epsilon_s &= \Psi \epsilon_y \\ \sigma_s &= \bar{\Psi} \sigma_y \\ \bar{\Psi} &= \frac{\sigma_s}{\sigma_y} = \bar{\Psi}(\Psi)\end{aligned}\quad (2)$$

$\bar{\Psi}$  is a function of  $\Psi$

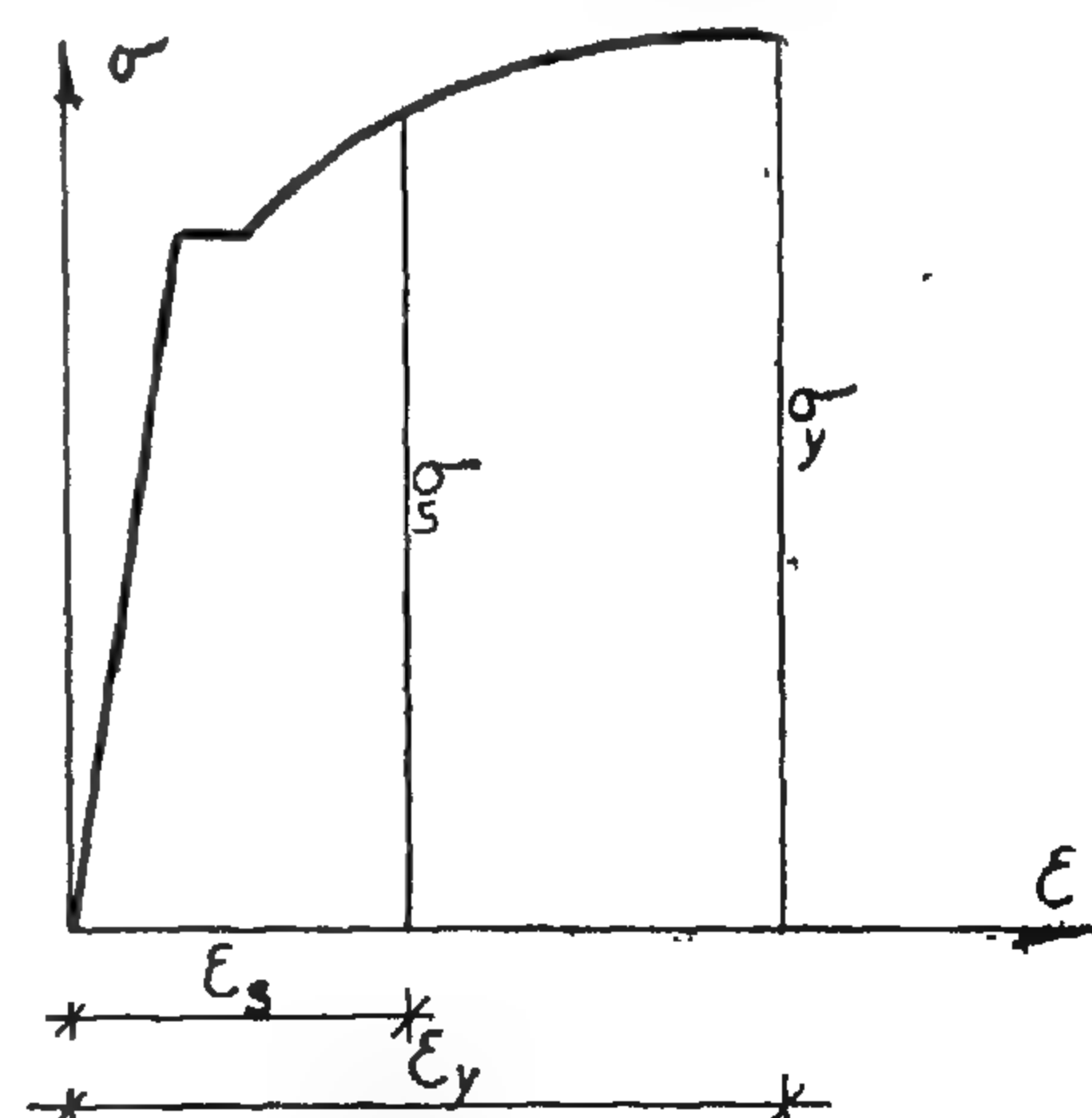


FIG.3-TYPICAL STEEL STRESS-STRAIN CURVE

\* The adopted notations follow the international trend.

Experimental information, gained from many tests, has assured that concrete does not behave elastic even under the effect of very small loads. The ignoring of the plastic deformation which takes place under the action of the service loads can lead to serious errors,

e.g. in columns steel reaches yield stress due to creep and shrinkage.

Fig. 1 shows the fluctuation of the allowable stresses, recommended in U.A.R., for different types of concrete.

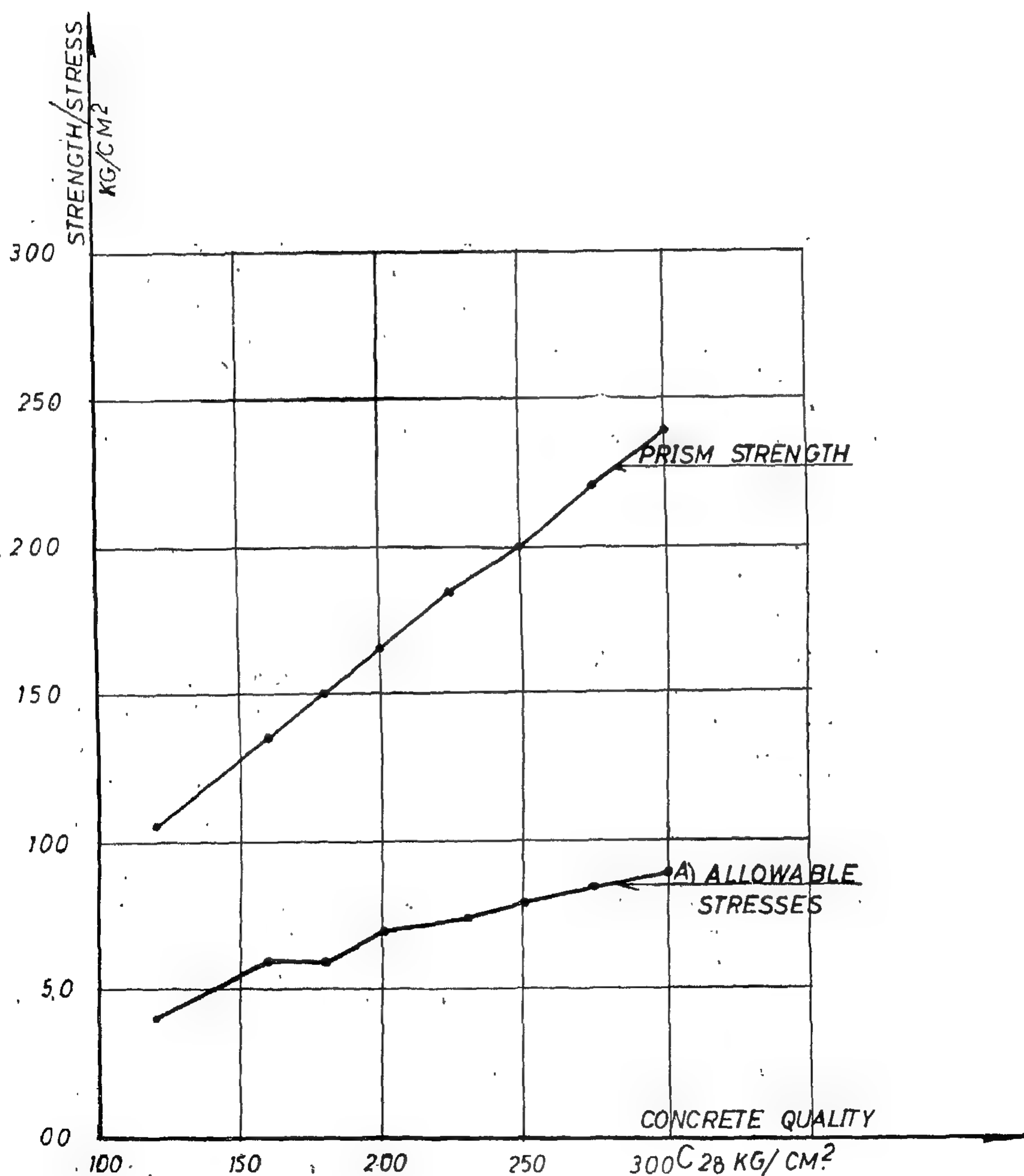


FIG. 1- FLUCTUATION OF ALLOWABLE STRESSES IN U.A.R.



# ANALYSIS OF DESIGNING REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

By

Dr. Ing. MAHMOUD NASR  
Assistant Professor,  
Faculty of Engineering, Cairo University.

## INTRODUCTION

The design of any reinforced concrete structure aims mainly to secure the safety of the structure with an economical use of structural materials. Therefore the following requirements should be satisfied for each structure to a reasonable degree of probability :

1. The structure shall retain, throughout its life-span, a sound feature essential for fulfilling adequately the purpose for which it was constructed, without abnormal maintenance costs.
2. The structure shall retain, through its life-span, a complete state of stability to guarantee full safety to the users and/or general public.
3. The structure shall be so designed that adequate warning of danger is given by visible signs (formation of cracks, excessive deflection..., etc.) and none of these signs shall be evident under the action of working loads.

The misuse of any structure will endanger its safety. Good maintenance, regular inspection and restriction of over-loading will reflect directly on extending safely the life of the structure.

The main body of evidence regarding the safety of a structure, will usually take the form of design calculations. The conception of allowable stresses has been applied since many years and distinguished structures, designed according to the hypothesis of linear stress-distribution, are still existing. In the recent years the design of reinforced concrete structures, based on the plastic deformations, is an accepted alternative method. No matter what are the basis of all our practical design procedures, it is very essential to know the degree of accuracy of the conceived theories.

Through distinct assessment of the factors affecting the safety of the structure, the engineer may be able to base his design on sound study, that helps him to make the best use of the structural materials. Generally the margins of safety for reinforced concrete structure are grouped in two methods originated from:

- Designing based on service loads.
- Designing based on failure loads.

The present work is concerned mainly with the investigation of the safety of reinforced concrete structures, aiming to submit a comprehensive survey of the different degrees of safety involved in each adopted method.

## "I" DESIGNING BASED ON SERVICE LOADS

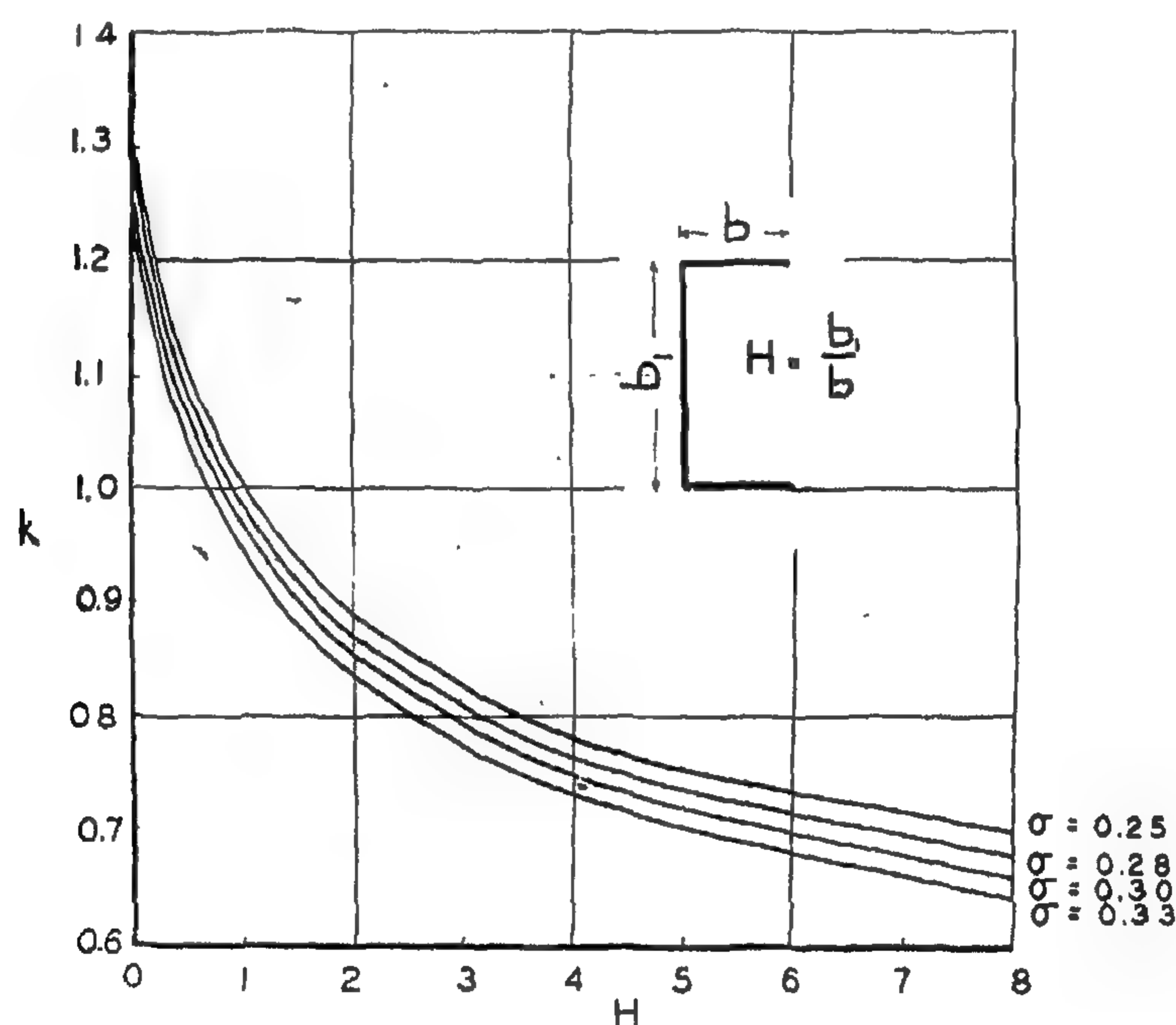
### 1.1) Elastic Theory or Modular Method :

Since many years, the modular method, based on the elastic theory, has been adopted as a tool for designing reinforced concrete structures, assuming that :

- a) Concrete and steel are elastic materials.
- b) Maximum stresses, produced under service loads in the sections, should not exceed the allowable standard values stipulated in the specifications or codes of practice.

Table 1 — Computed Minimum Values of  $k$ 

rb	H	k			
		$\sigma = 0.25$	$\sigma = 0.28$	$\sigma = 0.30$	$\sigma = 0.33$
0.25	16	0.63	0.61	0.60	0.58
0.50	8	0.70	0.68	0.66	0.64
1.00	4	0.78	0.76	0.75	0.73
2.00	2	0.89	0.87	0.86	0.83
4.00	1	1.01	0.98	0.97	0.94
8.00	0.5	1.11	1.09	1.07	1.05
$\infty$	0	1.33	1.30	1.28	1.25

FIG. 5. COMPRESSION FLANGE CONSTANT  $k$  FOR CHANNEL SECTION BEAMS

The variation of  $k$  with  $H$  for channel section beams is shown in Fig. (5). The value of  $(N_o)_{cr}$  may now be determined by substituting the value of  $k$  in (22).

The critical bending moment causing buckling of the compression flange of a fabricated I-section beam may now be determined using considerations of simple bending.

#### REFERENCES

1. TIMOSHENKO, S., "Theory of Elastic Stability", McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1936.
2. HARVEY, J. M., "Structural Strength of Thin-walled Channel Sections", Engineering, Vol. 175, March 6, 1953.

where

$$M = \pi \left\{ k^{1/2} \frac{1}{\left(\frac{a}{b}\right)} - \frac{1}{\left(\frac{a}{b}\right)^2} \right\}^{1/2}$$

$$N = \pi \left\{ k^{1/2} \frac{1}{\left(\frac{a}{b}\right)} + \frac{1}{\left(\frac{a}{b}\right)^2} \right\}^{1/2}$$

It may be seen that  $k$  depends on  $a/b$ ,  $rb$  and  $\sigma$ .

Values of  $k$  calculated by computer for the case of  $\sigma = 0.25$  and various values of  $rb$  are plotted against  $a/b$  in Fig. (4). Additional curves for  $m = 1, 2, 3$  etc. may be obtained by keeping the  $k$  ordinate the same but multiplying the corresponding  $a/b$  ordinates by the value of  $m$ . The construction is indicated in Fig. (4) with respect to points  $A_1$  and  $A_2$ .

The minimum values of  $k$  for the case of  $\sigma = 0.25$  and various values of  $rb$  may be obtained from Fig. (4).

The equation for the coefficient of edge fixity  $r$  i.e. equation (17), may be rewritten as

$$H = \frac{4}{rb} \quad (24)$$

where

$$H = \frac{b_1}{b}$$

Computed minimum values of  $k$  for the cases of  $\sigma = 0.25, 0.28, 0.30$  and  $0.33$  and various values of  $rb$ , also the corresponding values of  $H$  obtained from equation (24) are given in Table (1).

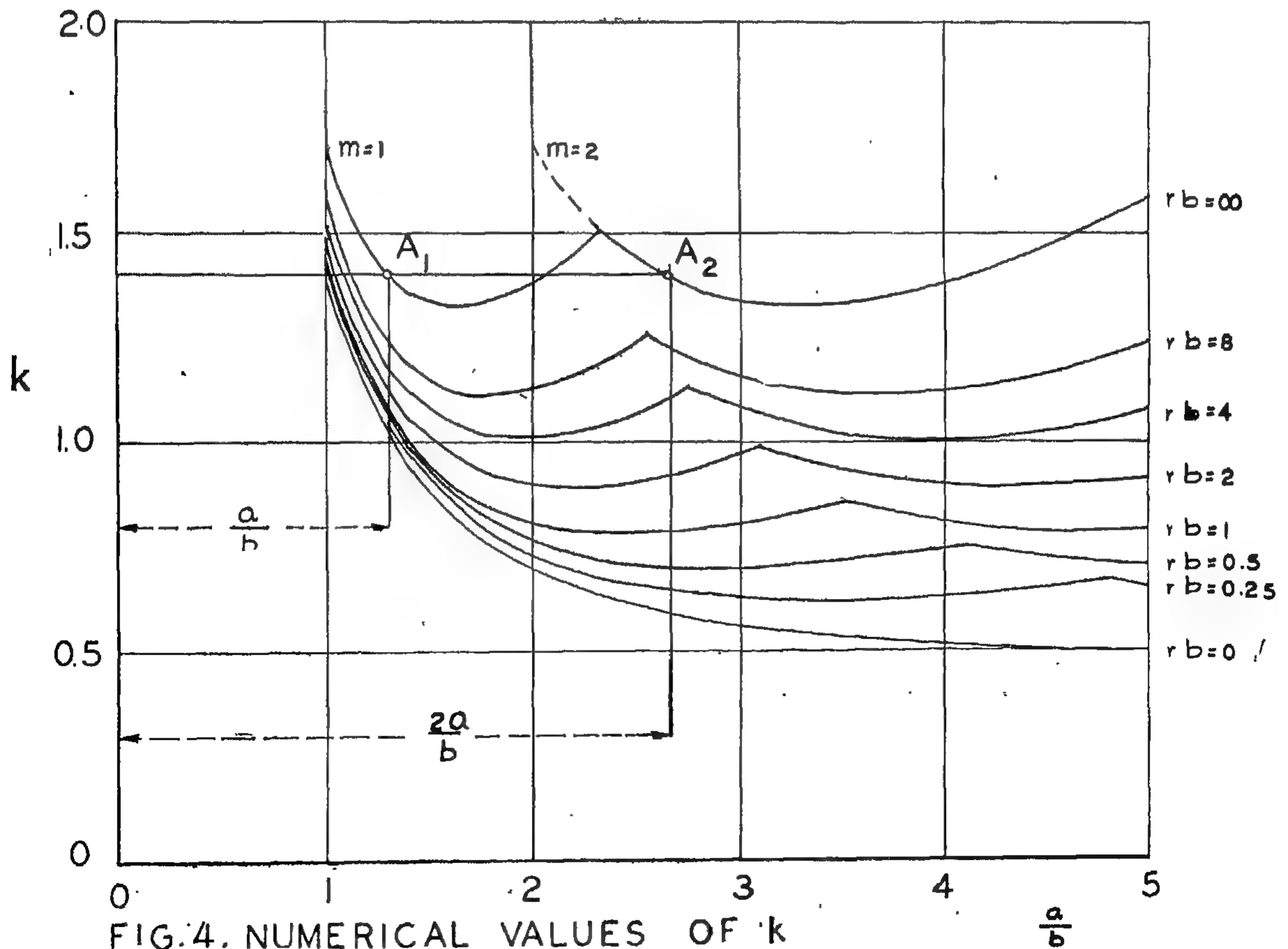


FIG. 4. NUMERICAL VALUES OF  $k$



Applying the boundary conditions (14) and (15) in equation (18) the following two equations are obtained :

$$C_3 (p \cos \beta b + s \cosh \alpha b + qs \sinh \alpha b) + C_4 (p \sin \beta b + \frac{\beta}{\alpha} s \sinh \alpha b) = 0 \quad (19)$$

$$C_3 (-\beta \sin \beta b + \alpha p \sinh \alpha b + q \alpha p \cosh \alpha b) + C_4 (\beta s \cos \beta b + \beta p \cosh \alpha b) = 0 \quad (20)$$

where

$$s = \alpha^2 - \sigma \frac{m^2 \pi^2}{a^2}, \quad p = \beta^2 + \sigma \frac{m^2 \pi^2}{a^2} \text{ and } q = \frac{\alpha^2 + \beta^2}{\alpha r}$$

The critical value of the compressive forces for flange plate instability is obtained by setting the determinants of equations (19) and (20) equal to zero. This gives

$$\begin{aligned} 2 \alpha \beta s p + \alpha \beta (p^2 + s^2) \cos \beta b \cosh \alpha b \\ - (\alpha^2 p^2 - \beta^2 s^2) \sin \beta b \sinh \alpha b \\ + \alpha \beta q s^2 \cos \beta b \sinh \alpha b \\ - \alpha^2 q p^2 \sin \beta b \cosh \alpha b = 0 \quad (21) \end{aligned}$$

Since  $\alpha$  and  $\beta$  contain  $N_0$  (see equation (2)), equation (21) can be used for the calculation of  $(N_0)_{cr}$  if the dimensions of the plate and the elastic constants of the material are known. The smallest value of  $(N_0)_{cr}$  is obtained by taking  $m = 1$ , i.e. by assuming that the plate buckles in one half wave in the direction of compression.

#### Computation of the Critical Bending Moment:

It is readily seen that equation (21), while giving  $(N_0)_{cr}$ , is most inconvenient to handle. The value of  $(N_0)_{cr}$  must be calculated by a trial and error solution for each case depending on the physical dimensions of the channel section beam and the elastic constants of the material. A more direct solution for  $(N_0)_{cr}$  is now given.

The value of  $(N_0)_{cr}$  may be represented in the form :

$$(N_0)_{cr} = k \frac{\pi^2 D}{b^2} \quad (22)$$

in which  $k$  is a numerical factor. Substituting (22) in (21) and taking  $m = 1$  we get

$$\begin{aligned} & \left\{ k - \frac{1}{\left(\frac{a}{b}\right)^2} \right\}^{1/2} \left\{ k - \frac{(1-\sigma)^2}{\left(\frac{a}{b}\right)^2} \right\} \\ & + \left\{ k - \frac{1}{\left(\frac{a}{b}\right)^2} \right\}^{1/2} \left\{ k + \frac{(1-\sigma)^2}{\left(\frac{a}{b}\right)^2} \right\} \cos M \cosh N \\ & - \left\{ \frac{(1-\sigma)^2}{\left(\frac{a}{b}\right)^3} + k \frac{1}{\left(\frac{a}{b}\right)} - 2k \frac{(1-\sigma)}{\left(\frac{a}{b}\right)} \right\} \sin M \sinh N \\ & + \frac{\pi}{rb} \left\{ k^{1/2} \frac{1}{\left(\frac{a}{b}\right)} - \frac{1}{\left(\frac{a}{b}\right)^2} \right\}^{1/2} \left\{ k^{3/2} + 2k \frac{(1-\sigma)}{\left(\frac{a}{b}\right)} + k^{1/2} \frac{(1-\sigma)^2}{\left(\frac{a}{b}\right)^2} \right\} \cos M \sinh N \\ & - \frac{\pi}{rb} \left\{ k^{1/2} \frac{1}{\left(\frac{a}{b}\right)} + \frac{1}{\left(\frac{a}{b}\right)^2} \right\}^{1/2} \left\{ k^{3/2} - 2k \frac{(1-\sigma)}{\left(\frac{a}{b}\right)} + k^{1/2} \frac{(1-\sigma)^2}{\left(\frac{a}{b}\right)^2} \right\} \sin M \cosh N = 0 \quad (23) \end{aligned}$$

$$w_1 = 0 \quad (8)$$

$$D_1 \frac{\partial^2 w_1}{\partial y_1^2} = -M_1 \sin \frac{m_1 \pi x_1}{a_1} \quad \text{for } y_1 = 0 \quad (9)$$

$$w_1 = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial w_1}{\partial y_1} = 0 \quad \left. \vphantom{\frac{\partial w_1}{\partial y_1}} \right\} \text{for } y_1 = b_1 \quad (11)$$

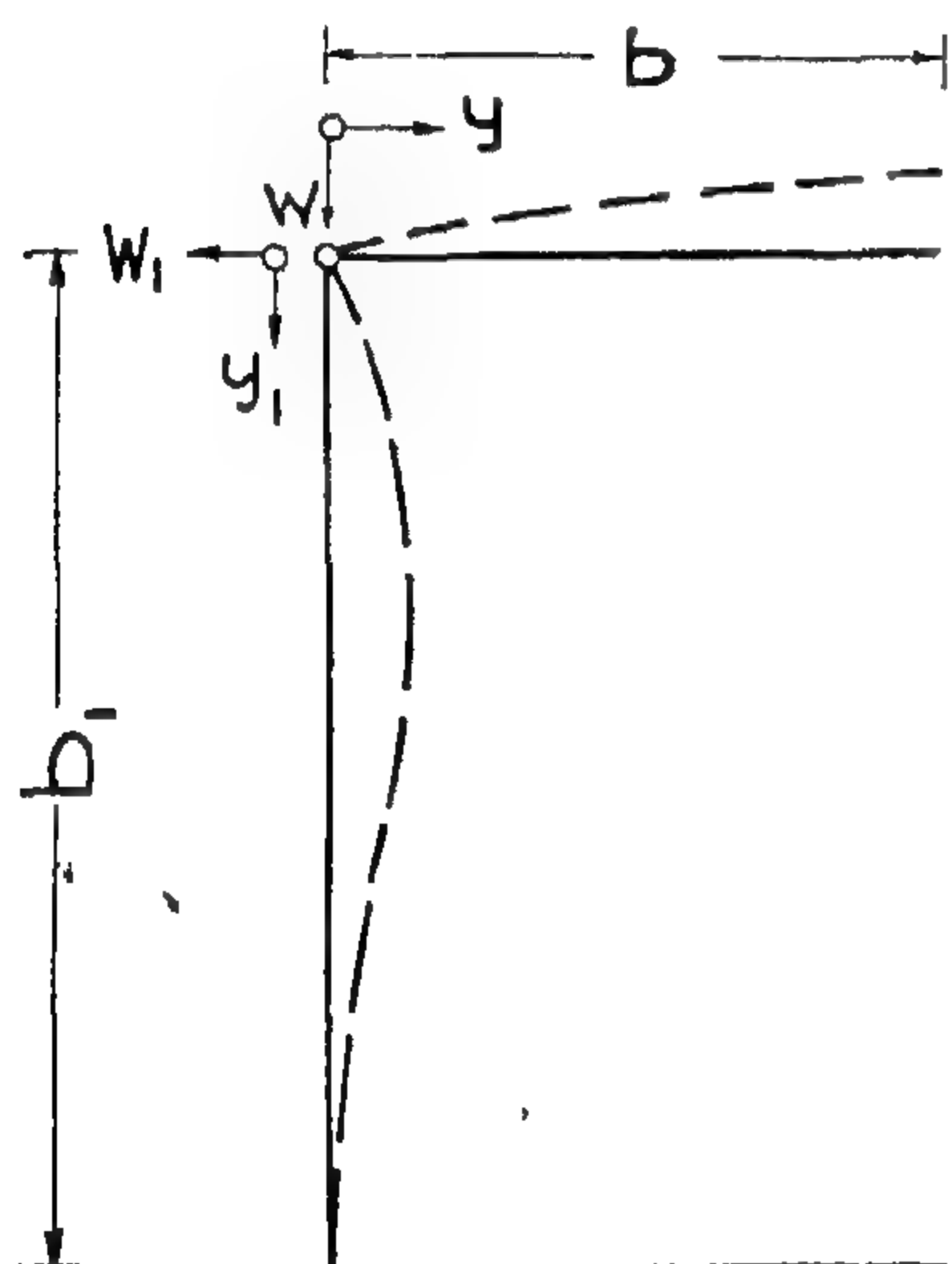


FIG. 3

The boundary conditions for the compression flange plate, Fig. (3), are

$$w = 0 \quad (12)$$

$$D \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = -M \sin \frac{m \pi x}{a} \quad \left. \vphantom{D \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}} \right\} \text{for } y = 0 \quad (13)$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \sigma \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0 \quad (14)$$

$$\frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + (2 - \sigma) \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} = 0 \quad \left. \vphantom{\frac{\partial^3 w}{\partial y^3}} \right\} \text{for } y = b \quad (15)$$

*Elastic Edge Restraint Provided by the Web Plate :*

Using the boundary conditions (8), (9), (10) and (11) and equation (7) the values of the constants  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$  and  $A_3$  are obtained. By substituting the values of these constants in equation (7) and differentiating, then the slope at the connecting edge i.e. for  $y_1 = 0$  is

$$\frac{\partial w_1}{\partial y_1} = \frac{1}{r D_1} M_1 \sin \frac{m_1 \pi x_1}{a_1} \quad (16)$$

where  $r$  is the coefficient of edge fixity and

$$r = \frac{4}{b_1} \quad (17)$$

To incorporate the interaction of the plate components at the connected edges we proceed as follows :

Since at the connected edges

$$\frac{\partial w_1}{\partial y_1} = \frac{\partial w}{\partial y} \quad \text{and}$$

$$M_1 \sin \frac{m_1 \pi x_1}{a_1} = M \sin \frac{m \pi x}{a}$$

Substituting in (16) gives :

$$\frac{\partial w}{\partial y} = \frac{1}{r D_1} M \sin \frac{m \pi x}{a}$$

Noting that  $D = D_1$ , the boundary condition (13) may be rewritten

$$\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = -r \frac{\partial w}{\partial y} \quad (13a)$$

*Instability of the Flange of a Channel Section:*

Applying the boundary conditions (12) and (13a) in equation (2), the values of the constants  $C_1$  and  $C_2$  are obtained in terms of  $C_3$  and  $C_4$ . With these relations between the constants equation (2) may be rewritten in terms of  $C_3$  and  $C_4$ .

$$w = \left\{ C_3 (\cos \beta y - \cosh \alpha y) - \frac{\alpha^2 + \beta^2}{r \alpha} \sin \alpha y \right\} \sin \frac{m \pi x}{a} + C_4 \left( \sin \beta y - \frac{\beta}{\alpha} \sinh \alpha y \right) \left\{ \sin \frac{m \pi x}{a} \right. \quad (18)$$

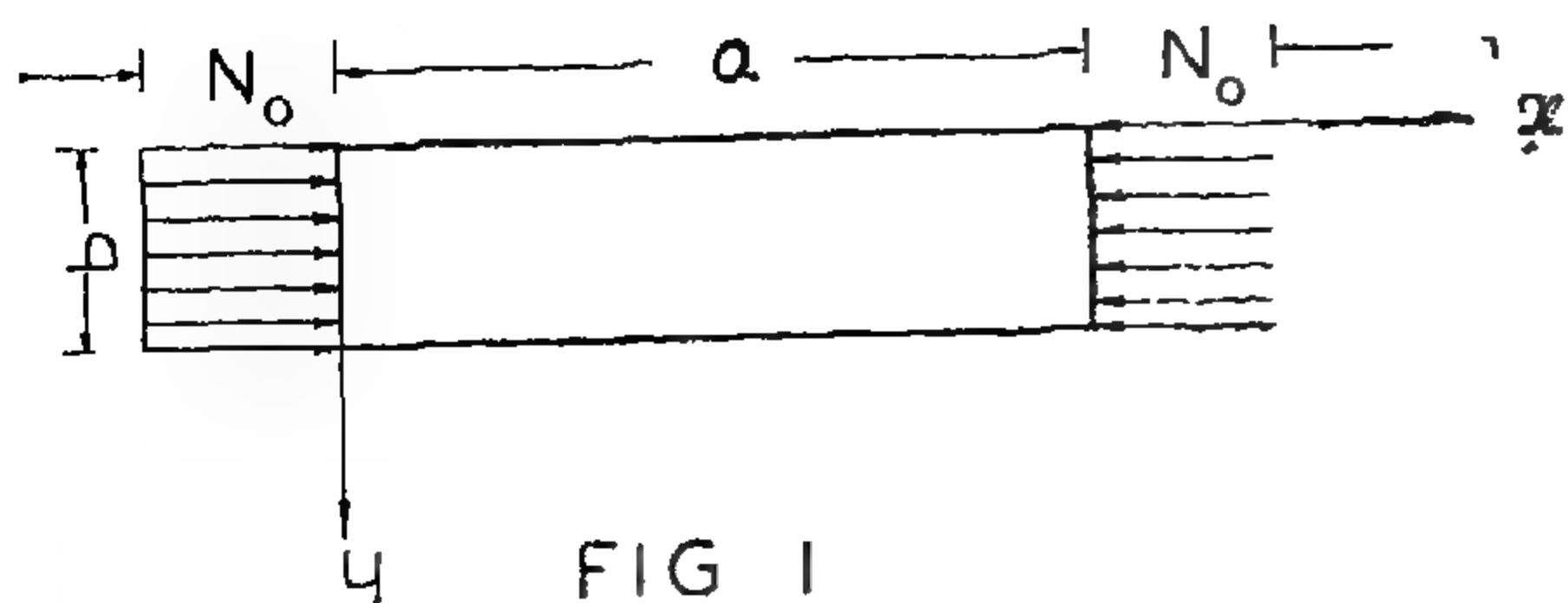


FIG 1

The general solution can be represented, Timoshenko (1), in the form

$$w = (C_1 e^{-\alpha y} + C_2 e^{\alpha y} + C_3 \cos \beta y + C_4 \sin \beta y) \sin \frac{m \pi x}{a} \quad (2)$$

where

$$\alpha^2 = \frac{m^2 \pi^2}{a^2} + \left\{ \left( \frac{N_o}{D} \right) \left( \frac{m^2 \pi^2}{a^2} \right) \right\}^{1/2}$$

$$\beta^2 = -\frac{m^2 \pi^2}{a^2} + \left\{ \left( \frac{N_o}{D} \right) \left( \frac{m^2 \pi^2}{a^2} \right) \right\}^{1/2}$$

The constants  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  and  $C_4$  may be determined from the boundary conditions along the edges  $y = 0$  and  $y = b$ .

#### The Web Plate :

The web plate of the channel section beam may be considered as a rectangular plate, Fig. (2), simply supported along the sides  $x_1 = 0$  and  $x_1 = a_1$  and subjected to varying stress acting in the middle plane of the plate at the two ends. The intensity of the distributed forces is given by the equation.

$$N_{x_1} = N_o \left( 1 - \frac{2y_1}{b_1} \right) \quad (3)$$

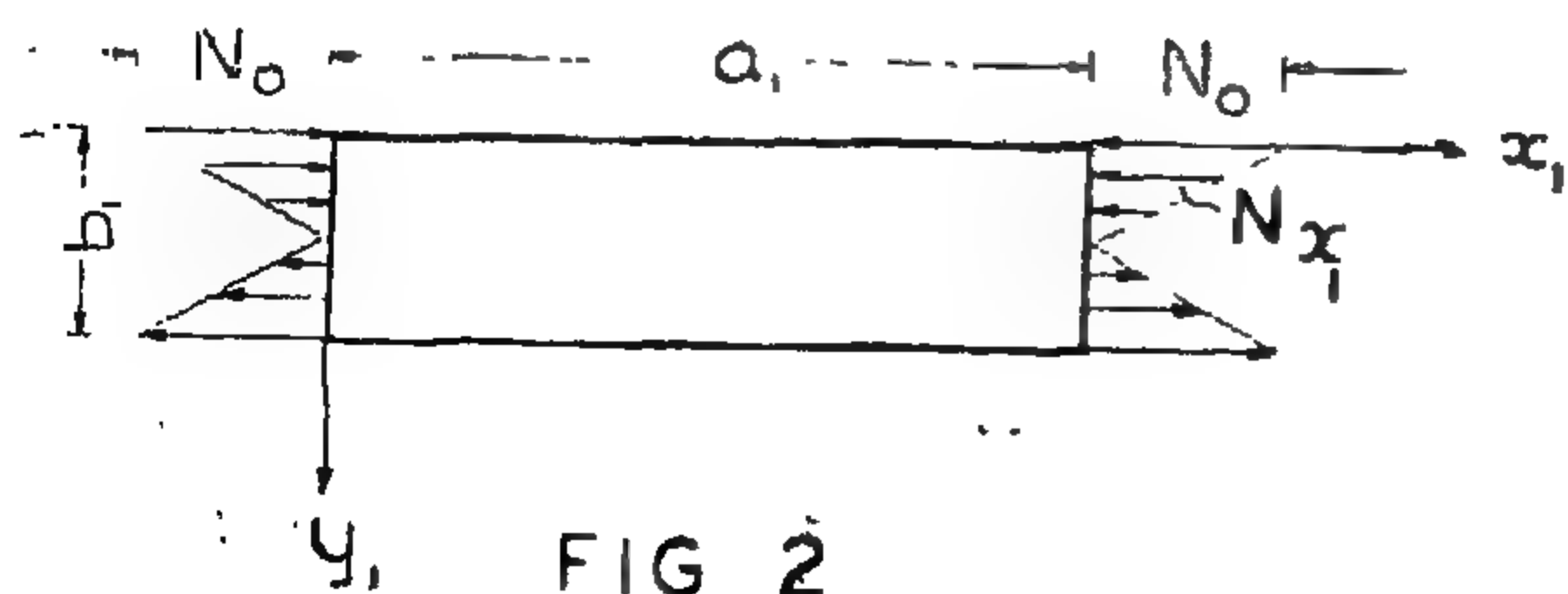


FIG 2

The differential equation for the deflected form of the plate is given by

$$\frac{\partial^4 w_1}{\partial x_1^4} + 2 \frac{\partial^4 w_1}{\partial x_1^2 \partial y_1^2} + \frac{\partial^4 w_1}{\partial y_1^4} = \frac{1}{D_1} N_o \left( 1 - \frac{2y_1}{b_1} \right) \frac{\partial^2 w_1}{\partial x_1^2} \quad (4)$$

Assuming that the plate buckles in  $m_1$  sinusoidal half waves the solution of this equation can be written in the form

$$w_1 = f(y_1) \sin \frac{m_1 \pi x_1}{a_1} \quad (5)$$

where  $w_1$  is the deflection of the plate perpendicular to its plane. This satisfies the condition that the ends are simply supported.

Substituting (5) in equation (4) and using the notations

$$A = \frac{2m_1^2 \pi^2}{a_1^2}$$

$$B = \frac{m_1^4 \pi^4}{a_1^4} + \frac{m_1^2 \pi^2}{a_1^2} \frac{N_o}{D_1}$$

$$C = \frac{m_1^2 \pi^2}{a_1^2} \frac{N_o}{D_1} \frac{2}{b_1}$$

the differential equation becomes

$$\frac{d^4}{dy_1^4} f(y_1) - A \frac{d^2}{dy_1^2} f(y_1) + (B - Cy_1) f(y_1) = 0 \quad (6)$$

The general solution can then be represented in the form

$$w_1 = [A_0 + A_1 (B - Cy_1) + A_2 (B - Cy_1)^2 + A_3 (B - Cy_1)^3] \sin \frac{m_1 \pi x_1}{a_1} \quad (7)$$

where the constants  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$  and  $A_3$  may be determined from the boundary conditions along the edges  $y_1 = 0$  and  $y_1 = b_1$ .

#### Boundary Conditions :

The boundary conditions for the web plate of the channel section, Fig. (3), are



# INSTABILITY OF THE COMPRESSION FLANGE OF THIN-WALLED FABRICATED I-SECTION BEAMS UNDER PURE FLEXURE

By

FAROUK O. FAHMY SHAHWAN, B.Sc., Ph.D., A.R.C.S.T.  
Assistant Professor, Faculty of Engineering, Ein Shams University.

## INTRODUCTION

This article presents a theoretical analysis of local instability of the compression flange of thin-walled fabricated I-section beams under pure flexure. The conception of a "coefficient of edge fixity" introduced by Timoshenko (1) and used by Harvey (2) is utilised.

In the theoretical derivation the effect of pure flexure is considered on one of the

channel section components of a fabricated I-section beam. The beam is fabricated by welding two similar channel sections back to back. The corresponding effect on the I-section beam may then be readily computed

The facilities of the Computer Centre, Khartoum University, were kindly made available to the writer.

## NOTATION

$x, y, z^*$	= Rectangular co-ordinates of a point in the compression flange plate.
$a, b, t^*$	= Length, breadth and thickness of the compression flange plate.
$w^*$	= Deflection of the compression flange plate at the point $(x, y, z)$ .
$\sigma$	= Poisson's ratio.
$E$	= Modulus of elasticity in tension and compression.
$D^*$	= $\frac{Et^3}{12(1-\sigma^2)}$ = Flexural rigidity of the compression flange plate.
$M^*$	= Bending moment at the point $(x, y, z)$ .

$N_o$	= Intensity of compressive force (compressive force per unit length of the compression flange width) in the plane of the compression flange.
$(N_o)_{cr}$	= The critical value of $N_o$ .
$N_{x1}$	= Intensity of force (force per unit length of the web width) in the plane of the web.
$r$	= Coefficient of edge fixity.
$m^*$	= Number of half waves in the compression flange plate.

\* These symbols with suffix 1 denote corresponding quantities for the web plate.

It is noted that for a thin-walled channel section that

$$\begin{aligned} a &= a_1, \\ t &= t_1 \quad \text{and} \\ D &= D_1 \end{aligned}$$

## THEORY

### *The Compression Flange Plate :*

The compression flange plate of the channel section beam may be considered as a rectangular plate, Fig. (1), simply supported along the sides  $x = 0$  and  $x = a$ , subjected to uniform stress acting in the middle plane of

the plate at the two ends. The differential equation for the deflected form of the plate is given by

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{2 \partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \left(-\frac{N_o}{D}\right) \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right) \quad (1)$$



## EDITING COMMITTEE

Prof. Dr. AHMED A. EL-ERIAN

*Editor in Chief*

Prof. Dr. OSSAMA EL-KHOLY

Eng. EZZ EL-DIN FARAG

Prof. Dr. MOHAMED FAHIM SAKR

Eng. MEDHAT EL-ALAYLY

Prof. Dr. YAHIA M. EL-AGAMAWI

}  
|  
|  
|  
|  
|  
}

*Editors*

Eng. IBRAHIM ASSAF

*Treasurer*



## **INFORMATION**

- The editors welcome for publication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretariat at the address of the Engineering Society at Cairo.

## **SUBSCRIPTIONS**

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T. 60 per annum.

Subscription for others P.T. 200 per annum.

## **HEAD OFFICE**

Egyptian Society of Engineers,

28, Ramses Avenue, Cairo.

Tel. 52106

## **ADVERTISEMENTS**

*Sole agents for advertisements appearing in this periodical :*

Moassasset Misr for Printing and Publication,

19, Str., Souk, El Tawfikieh, Cairo.

Tel. 72192

**JOURNAL OF  
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS  
U.A.R.**

**QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS**

ISSUED BY

**THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS—U.A.R., CAIRO**

Vol. IX — No. 1 January-February-March 1970

**C O N T E N T S**

**ENGLISH SECTION**

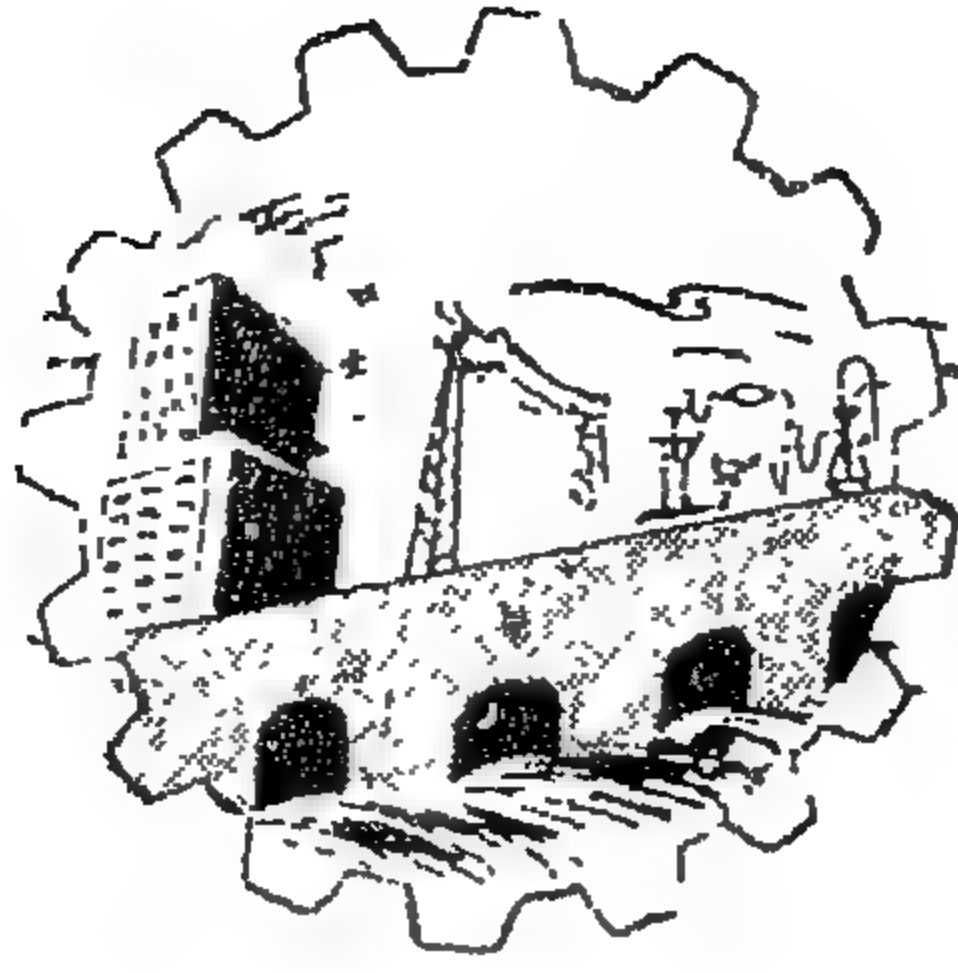
	<i>Page</i>
Instability of the Compression Flange of Thin-Walled Fabricated, 1 -- Section Beams under pure flexure Dr. F.O. FAHMY SHAHWAN ... ..	7
Analysis of Designing Reinforced Concrete structures. Dr. MAHMOUD NASR. ... ..	13
Investigations of Underground Water in the Sahara U.A.R. and Libya. Dr. I.B. HAZZAA, Dr. M.S. YOUSEF, Dr. A.M. ESKANGI, ... ..	27
An Investigation of Centrifugal pumps. Dr. S. MIKHAIL ... ..	36
Steady state Stability of load Centres as Affected by Power Factor Improving Facilities. Dr. HAMDY M. ELSHAIR, Eng. YEHYA ABO-ALAM ... ..	56
Investigation on pre-stressing of composite sections. Dr. EL-SAYED EL-BADAWY ABDELMIGID ... ..	61

**ARABIC SECTION**

Theoretical study Constructions from composite sections of asbestos and concrete. By Dr. AHMED KAMAL LABIB ... ..	7
---	---





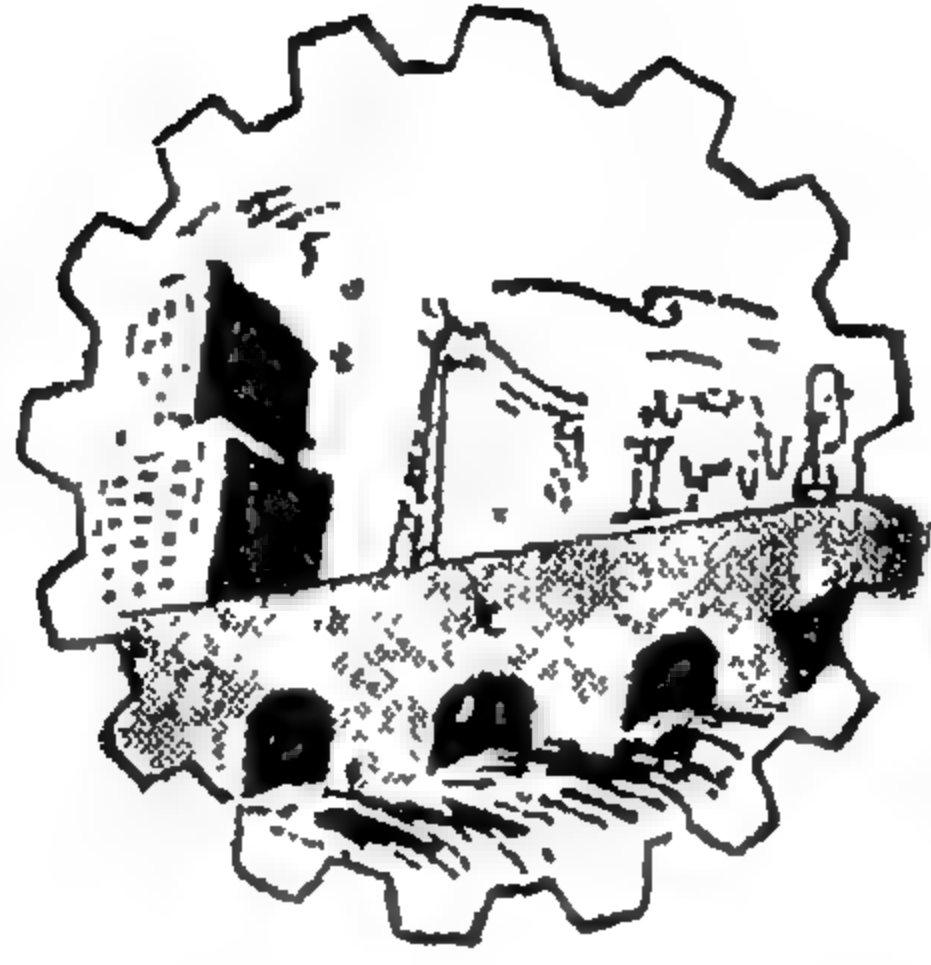


JOURNAL OF  
THE EGYPTIAN SOCIETY  
OF ENGINEERS  
U. A. R.

**January-February-March**

**Vol. IX**

**No. 1**



مجلة

# جمعية الطهارة المصرية

---

العدد الثاني	المجلد التاسع	أبريل - مايو - يونيو ١٩٧٠
--------------	---------------	---------------------------

---

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية ١٩٧٠/٢٩٨





# مجلة جمعية المهندسين المصرية

مجلة علمية هندسية - تصدرها كل ثلاث شهور  
جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السنة التاسعة العدد الثانى أبريل - مايو - يونيو ١٩٧٠

## محتويات هذا العدد

صفحة	
٧	إفتتاحية العدد .....
٩	ورقة عمل مقدمة إلى اللجنة الأولى الخاصة ببحث موضوعات « الإعداد العلمى » .....
١٨	ورقة عمل مقدمة إلى اللجنة الثانية الخاصة ببحث موضوعات « هيئات ومراكز البحوث ومقوماتها » .....
٢٠	ورقة عمل مقدمة إلى اللجنة الثالثة الخاصة ببحث موضوعات « التنسيق التعاونى فى المجال العلمى فى البلاد العربية »
	المناخ العلمى الواجب نوافره فى المجتمع العربى بصفة عامة وفى دور العلم بصفة خاصة .....
٣٠	للدكتور المهندس محمد كامل حسين
٤٠	للدكتور سامى منصور
	الاعداد العلمى فى مواجهة التحديات الصهيونية .....
	الاعداد العلمى للطلاب فى المرحلة الجامعية
٤٩	للدكتور المهندس أحمد على العريان
٨١	للسيد مالكولم س . أديشيشيا
١٠٨	للدكتور المهندس محمد محمد حسان والدكتور م . سيد رمضان هداره
١٠١	للمهندس محمد حسن شلتوت والمهندس ميشيل يوسف فرح والمهندس محمد أحمد إبراهيم الخردجى
١١٦	للدكتور المهندس صبحى قاسم
	للدكتور مصطفى كمال طلبة
١٢٢	والدكتور المهندس أسامة الخولى
١٣٥	للدكتور المهندس ابراهيم نحال
١٤١	للمهندس خير الدين حقى
١٥٣	توصيات المؤتمر .....

# بيانات

مقر المجلة

جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع راسيوس بالقاهرة

تليفون: ٥٢١٠٦

- جميع أعضاء جمعية المهندسين مشتركون في المجلة بحكم عضويتهم
- الاشتراك السنوي لغير الأعضاء: ٦٠ جنيه للمهندسين ، ١٠٠ جنيه للهيئات
- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بجمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
- ترهب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية وأي تعليقات علمية للنقاش
- المجلة غير مسؤولة عن الآراء التي تنشر بها وتعتبر عن رأي كاتبها فقط.

الإعلانات

مؤسسة مطر للطباعة والنشر

القاهرة : ١٩ شارع سوق التوفيقية تليفون : ٥٩١٠٩

## لجنة التحرير

رئيس التحرير      الأستاذ الدكتور      أحمد علي العريان

الأستاذ الدكتور	أسامة الخولي	} أمناء التحرير
المهندس	عزالدين فريج	
الأستاذ الدكتور	محمد فهمي صقر	
المهندس	مدحت العلايلي	
الأستاذ الدكتور	يحيى العجماوي	

أمين الصندوق      المهندس      ابراهيم عساف





# كلمة الافتتاح

سبقت عقد المؤتمر الثقافي العربي الثامن فترة طويلة من الإعداد امتدت إلى أكثر من عام . لقد اختارت الإدارة الثقافية لجامعة الدول العربية موضوعاً حساساً بالغ الأهمية لمؤتمرها هذا هو موضوع « إعداد العلميين في الوطن العربي » وأدرك أن مناقشة هذا الموضوع تحتاج بدورها إلى إعداد طويل ، وإلى حشد لكل الجهود لإنجاحه .

لهذا ، اشتركت الإدارة الثقافية ومعها الاتحاد العلمي العربي ، واتحاد الجامعات العربية في توجيه الدعوة إلى المؤتمر والإعداد له ، كما دعت المنظمات المتخصصة الأخرى ذات الطابع العلمي في جامعة الدول العربية إلى الإسهام فيه . وشكلت لجنة تحضيرية خاصة بالمؤتمر ضمت عدداً من كبار رجال العلم في الوطن العربي ، داومت على الاجتماع طوال السنة السابقة لعقد المؤتمر .

ولقد وجهت اللجنة الدعوة إلى عدد من العلماء والفكرين العرب لإعداد بحوث خاصة في الموضوعات التي شملها جدول أعمال المؤتمر ، كما دعت الأفراد العلميين في الوطن العربي كله إلى الإسهام فيه بأفكارهم وآرائهم . واستننت الإدارة الثقافية سبنة جديدة سعياً وراء تحقيق أكبر قدر من الوضوح والدقة في المعلومات المعروضة أمام المؤتمر ، فقامت بإعداد استبيان مطول يتناول موضوعات بحث المؤتمر بالتفصيل ، وقامت بتوزيعه على الدول الأعضاء في الجامعة راجية نشره على أوسع نطاق فيها وموافاتها بحصيلة ما تتلقى حكوماتها من ردود . ومع أن هذه التجربة لم تحقق نجاحاً كبيراً ، إلا أنها كانت ، هي الأخرى ، سابقة لها وزنها في أسلوب الإعداد للمؤتمرات العلمية نرجو أن تنتشر وتدعم في المستقبل .

ولقد عكفت اللجنة التحضيرية على دراسة ما تجمع لديها من أبحاث ودراسات وردود على الاستبيان ، وأعدت ثلاث ورقات عمل تعرض في تسلسل منطقي حصيلة هذه الجهود كلها وتعطي المشتركين في المؤتمر فرصة لتركيز نقاشهم في لجان المؤتمر الفرعية ، سعياً وراء تحقيق أكبر قدر من الفائدة .

وبقى بعد هذا بحثان عرضاً على المؤتمر خارج هذا الإطار ، أو ربما كلنا بمثابة الخلفية الفكرية والتاريخية لدراساته المتخصصة.

أولهما : بحث كتبه عالم فاضل وأديب كبير عرفه العالم كله كمؤلف لمكتاب « قرية عمالة » التي ترجمت إلى كثير من اللغات الأجنبية ، وعرفه الوطن العربي طبيباً بارعاً ومعلماً ورائداً في مجال التعليم الجامعي وبراساً مضيئاً في عالم الثقافة . وقد لا نرضى عن كل ما جاء في حديث الأستاذ الدكتور كامل حسين وقد يستثيرنا أحياناً أسلوبه الرقيق الهادي الذي يأخذنا على غرة وينتهي بنا إلى عكس ما نظن أننا مقتنعون به ، ولكن حديث كامل حسين يفرض على القارئ أن يعتدل في جلسته وأن يركز اهتمامه كله فيما يقرأ . فهو حديث شخصية عملاقة ونفس صافية وروح وثابة جريئة .

وثانيهما بحث الدكتور سامي منصور ، وهو بلا شك حديث الساعة ، وبكل ما تفرضه اللحظة التاريخية الحاسمة التي نعيشها من ضرورة تجزيع مرارة مواجهة الواقع بكل ما تحمله تحدياته من قسوته وحتمية النظر فيه بشجاعة وصدق ، والحديث عنصر بصراحة وبلا مواربة . أنه - ولا شك - يضع المؤتمرين جميعاً أمام مسئوليتهم التاريخية وينطلق بأعمالهم من الواقع الشرس الذي غمر أجزاء عزيزة من أراضى الوطن العربي في بحار الفهم الدنيء التي تعج بدماء عربية زكية تسيل دفاعاً عن حق الأمة العربية في الحياة الحرة السكرية .

ولم يملك الباحثون إلا أن يقرنوا حديثهم عن العلم بالحديث عن تطبيقاته ، بل إن المهندسين لمبوا دوراً واضحاً في أعماله . وفي تقديرنا أن بروزهم في مجالات العمل العلمي وتبوأهم لمكانتهم بين أقرانهم من الأفراد العلميين هو خير ضمان لتدعيم سيرنا قدماً في دنيا الثورة التكنولوجية المعاصرة .

قد لا تتناول هذه البحوث والدراسات قضايا أو مشاكل هندسية بالذات .

وقد لا تعرض صورة مفصلة عن النشاط الهندسي العربي ، ولكنها في النهاية تناقش قضية مصيرية تهتم المهندسين قبل غيرهم .

— إنها تناقش ، في حقيقة الأمر ، الإعداد العلمي للوطن العربي ، وليس مجرد إعداد العلميين فيه .



## ورقة عمل مقدمة الى اللجنة الأولى الخاصة ببحث موضوعات "الإعداد العلمى"

هناك قضايا عديدة تتصل بعملية الإعداد العلمى فى العالم العربى . وهذه الورقة هى محاولة لبلورة بعض هذ القضايا التى كشفت عنها البحوث المقدمة إلى المؤتمر ونتائج الاستبيان التى قامت به الأمانة العامة لجامعة الدول العربية ، وذلك بقصد مساعدة المجتمعين على تحديد المناقشة حول الموضوعات المتصلة بعمل اللجنة ، ووضع بعض التوصيات المناسبة لها .

وقد يكون من المفيد تصنيف نقاط البحث حول  
محورين أساسيين :

أولا — السياسة العامة للإعداد العلمى .

ثانياً — الإعداد العلمى فى المراحل المختلفة :

— التعليم العام

— المرحلة الجامعية الأولى .

— الدراسات العليا ( أعداد الباحثين العلميين ) .

— إعداد الفنيين من أفراد الأجهزة العلمية المعاونة .

أولاً — السياسة العامة للإعداد العلمى :

لعل من المتفق عليه أن الدول العربية (فرادى ومجموعة)  
فى حاجة إلى تبنى سياسة علمية شاملة ، تنبثق منها سياسة

للإعداد العلمى للأفراد ، تتلاءم مع التحديات التى تواجهها  
فى الميادين الاقتصادية والسياسية والاجتماعية والعسكرية  
أخذة فى الاعتبار فى نفس الوقت التطورات العلمية  
والتكنولوجية المعاصرة . ويبدو أن وضع مثل هذه السياسة  
يستلزم مناقشة ما يلى :

١ — مركز العلم وأجهزته فى العالم العربى : حقاً أن

هناك حركة علمية متصاعدة فى جميع البلاد العربية ، إلا أن  
هناك بعض الأمور التى يلزم إيضاحها حتى يمكن الاستفادة  
من هذه الحركة وتوجيهها التوجيه المناسب ، منها :

(١) دور العلم فى مواجهة متطلبات المعركة المستمرة

التي يواجهها العالم العربى : ويحتاج الأمر إلى مناقشة هذا  
الدور على مستويين : المستوى الأول يتعلق بدور العلم

أم أن مثل هذا التخطيط لن يكون فعالاً لعدم وجود الإمكانيات اللازمة لتفيذه؟ إن بعض البلاد العربية قد أخذت بالتخطيط العلمى، وقد يكون من المفيد الاستفادة من خبراتها في هذا المجال، وخاصة فيما يتصل بالعقبات التي واجهتها.

٢ - مدى كفاية المؤسسات العامة والأفراد العلميين - كمًا ونوعًا - في تحقيق احتياجات الدول العربية: لعل من المسلم به أن وضع خطة للاعداد العلمى في البلاد العربية يقتضى في المقام الأول التعرف على متطلبات كل بلد عربى من العلميين، وأجهزة البحث العلمى، ومقارنة هذه المتطلبات بما هو موجود. وفي هذا المجال تبرز أمامنا المشكلات التالية:

(١) نقص البيانات اللازمة: يبدو أن البلاد العربية على اختلافها في حاجة شديدة إلى توفير البيانات اللازمة لتحديد المتطلبات من العلميين على اختلاف تخصصاتهم في ضوء نظرة إلى مستقبل التطور المرغوب في المجالات العلمية بل إن بعضها يحتاج إلى بيانات عن الواقع الحالى ومدى كفايته. ومن ثم، فقد يكون من المفيد اقتراح الوسائل لتوفير مثل هذه البيانات سواء على المستوى المحلى أو المستوى العربى.

(ب) مدى ملائمة المستويات العامة الموجودة لما هو مرغوب: فقد دلت نتائج الاستبيان الذى قامت به الأمانة العامة لجامعة الدول العربية على وجود اختلافات عديدة بين الدول العربية في المستويات المأخوذ بها في قطاعات العلميين. فبالنسبة للباحثين العلميين مثلاً، تتراوح المؤهلات بين الدرجة الجامعية الأولى، ودرجة الدكتوراه، هذا بالإضافة إلى اختلاف الرأى حول قضية التفرغ العلمى. كذلك الأمر بالنسبة للفنيين المساعدين، ومصممي التجارب نصف الصناعية بل إن في بعض المجالات العامة مثل مجالات التخطيط

بالنسبة للمعركة الحالية. ويتضمن هذا اقتراح بعض الإجراءات القصيرة الأمد التي ينبغى الاهتمام بها داخل المؤسسات والمعاهد العلمية في المرحلة الحالية مثل التوصية بإدخال بعض البرامج العلمية المناسبة وخاصة في الجامعات والمعاهد الفنية التي سيتخرج طلابها في الوقت القريب ليواجهوا مسئولياتهم في المعركة القائمة، والقيام ببعض البحوث السريعة المتصلة بمتطلبات هذه المعركة. أما المستوى الثانى فيتمثل بدور العلم في مواجهة التحديات طويلة الأمد، وخاصة فيما يتعلق بالتغيير الحضارى والاستفادة من العلم - مضموناً وأسلوباً - في تدعيم الجبهة العربية لمقاومة متطلبات العدوان المستمر على البلاد العربية.

(ب) العلاقة بين الحركة العلمية والحركة الصناعية في البلاد العربية: وفي الواقع أن تحديد هذه العلاقة أصبح أمراً هاماً لدفع عجلة التطور إلى الأمام. فبالرغم من أن هناك اتفاقاً حول وحدة العلم والتكنولوجيا، إلا أن الفجوة بين العلم الأكاديمى والتطبيق العلمى مازالت كبيرة. ويظهر هذا بصورة واضحة سواء في عدم كفاية المتخرجين في الكليات والمعاهد العليا - كمًا وكيفًا - لمواجهة احتياجات الصناعات القائمة وتطويرها أو في عدم الاستفادة من البحوث العلمية التي تجرى في حل مشكلات الإنتاج القومى وتطويره. وقد يكون ذلك راجعاً إلى عدم وجود فلسفة واضحة للعلم في المجتمع العربى، كما قد يكون راجعاً أيضاً إلى عدم وجود الصلة القوية بين مؤسسات الاعداد والبحث وبين مراكز الانتاج والخدمات.

(ج) التخطيط العلمى: إذا كانت البلاد العربية تواجه واقعاً متخلفاً، وإمكانيات علمية ضئيلة، فهل يكون من المفيد أن توضع خطة علمية تتضمن إعداد العلميين ونوعية البحوث المطلوبة في ضوء المتطلبات والإمكانيات؟

ضرورة العناية بالثقافة العامة للعلماء . وهنا تبرز أمامنا إحدى المشكلات الأساسية التى يقع عبء مواجهتها على الإعداد ، ونعنى بها مشكلة الجمع بين الثقافة العامة والتخصص بحيث لا يتفصل الإعداد العلمى عن الإعداد الإنسانى والنفسى .

#### ٤ - الربط بين مستويات الإعداد العلمى المختلفة :

إن الحديث عن وضع أسس خطة شاملة للإعداد العلمى فى الوطن العربى يقتضى التفكير فى وسائل الربط بين مراحل الإعداد المختلفة ابتداء من المنبع ( المدرسة الابتدائية ) حتى المصب ( الدراسات العليا ) . وفى هذا المجال قد يكون من المفيد مناقشة الأمور التالية :

#### ( أ ) ضمان التكامل بين المراحل التعليمية المختلفة :

ومن المقترح فى هذا المجال إنشاء هيئة عليا ( سواء على المستوى الحلى أو المستوى العربى ) تكون مسئولة عن تطوير الدراسات العلمية فى مراحلها المختلفة ورسم سياسة شاملة للإعداد العلمى .

( ب ) تحديد مستويات الإعداد لكل مرحلة : من المسلم به أن تحديد المستويات التعليمية أمر يحتاج إلى دراسات عديدة تتناول الأهداف العامة للإعداد والأهداف الخاصة لكل مرحلة وخصائص المتعلمين والإمكانيات المتاحة . . . ولذلك ، فمن المقترح إنشاء مركز للبحث فى مناهج الإعداد العلمى وتحديد مستويات لكل مرحلة ، ومن المقترح أيضاً تكوين لجان مشتركة من المسئولين عن التعليم العام والتعليم الجامعى لتحديد مثل هذه المستويات ، وهذا أمر تظهر أهميته بوجه خاص بالنسبة للمرحلة الثانوية .

#### ثانياً - الإعداد العلمى فى المراحل المختلفة :

#### ( أ ) الإعداد العلمى فى التعليم العام :

يكاد يكون هناك اتفاق عام على أهمية الإعداد العلمى فى التعليم العام ، سواء بالنسبة لتطوير المجتمع بصفة عامة .

العلمى والإدارة العلمية لا تتوفر فى البلاد العربية دراسات خاصة بإعداد العاملين فيها . وهنا نود أن نشير إلى أن توفير هؤلاء الإخصائيين يحتاج إلى وضع نظام جديد لاختيارهم من خيرة ذوى التجربة والكفاية وأصحاب الفكر العلمى ، بالإضافة إلى تزويدهم بالدراسات اللازمة .

#### ٣ - المناخ العلمى الواجب توافره فى البلاد العربية :

من المعروف أن النهوض بالعلم ، وتحقيق المستويات المرغوبة فى الإعداد العلمى ، أمر يتوقف على مدى توافر عديد من العوامل سواء على المستوى العام ( مستوى المجتمع كله ) ، أو على المستوى الخاص ( داخل معاهد العلم ) . وفى هذا المجال نود أن نشير إلى ما يلى :

( أ ) من ناحية المناخ العلمى العام فى المجتمع : ما زال العالم العربى يعانى من بعض الظروف التى تعوق الحركة العلمية ، مثل الرواسب النفسية التاريخية والمعاصرة ، وانخفاض مستوى الثقافة العلمية بوجه عام ، وبعض الخلافات الفكرية : وتتطلب إزالة مثل هذه المعوقات جهوداً عديدة تقع على عاتق معاهد التعليم ومراكز البحوث ووسائل الإعلام والأجهزة الاجتماعية والسياسية المختلفة .

( ب ) أما من ناحية المناخ العلمى داخل دور العلم ، ومراكز البحوث : فهناك معوقات عديدة ظهرت من نتائج الاستبئان مثل : نظم الحوافز الخاصة بالمشتغلين بالعلم ، ونقص المعامل والأجهزة والمراجع العلمية والخدمات المكتبية ووسائل النشر والتوثيق العلمى ، وغيوب التنظيمات الخاصة بالبحث العلمى . وقد يكون من الواجب أن نشير هنا إلى أن القضاء على مثل هذه المعوقات يحتاج أصلاً إلى إيمان القادة فى المجالات المختلفة بأهمية العلم ، وبضرورة إعطاء الفرص الكافية للبحث العلمى . كما أن توفير المناخ العلمى المناسب داخل دور العلم يحتاج إلى



أسس جديدة تقوم عليها المناهج الدراسية بحيث تأخذ في اعتبارها تزويد الطلاب بأساسيات العلم الحديث في نفس الوقت الذي تربط فيه بين الأساسيات وبين متطلبات المجتمع العربي ومشكلاته . ومن المفيد هنا توجيه النظر إلى الدراسات اللازم القيام بها لوضع وتطوير المقررات الدراسية .

٤ — ما هي النسبة المرغوبة للدراسات العلمية في مدارس التعليم العام ، وكيف يمكن أن يتكامل الإعداد العلمي للطلاب مع الإعداد الانساني والقومى للطلاب ؟ إن الدول العربية تختلف ، حول النسبة المخصصة لدراسة العلوم في خطة الدراسة بمراحل التعليم العام ، ويرى البعض زيادة عدد الساعات المخصصة لمقررات العلوم حتى يمكن الوصول إلى المستويات المرغوبة ، بينما يرى بعض آخر أن الإعداد العلمى ليس قاصراً على المواد العلمية ، بل يمكن للمواد الأخرى أن تقوم بدور هام في هذا الإعداد وخاصة وإننا في حاجة إلى توسيع قاعدة الثقافة العامة حتى بين المشتغلين بالعلم بحيث يأخذ الإعداد العلمى أبعاده الانسانية والقومية الضرورية ليقوم العلم بدوره في خدمة قضايانا القومية .

٥ — متى يبدأ التخصص العام ؟ إن التعليم العام في المدارس العربية يبدأ بأعداد مشترك لجميع الطلاب وينتهى في المرحلة الثانوية بنوع من التخصص العام . ويثير البعض قضية التخصص وضرورة مراجعة نسبته ، والسؤال الآن هو : هل من الأفضل زيادة التخصص في التعليم الثانوى على أساس أن هذا يضمن الارتفاع بمستويات الطلاب العلمية بما يلائم متطلبات مرحلة الدراسة العالية ، أم أن التطور المعاصر يقتضى الاهتمام بتوسيع نطاق الثقافة العامة : الجانب العلمى منها والجانب الإنسانى ، ومن ثم يفضل تقليل نسبة التخصص ؟

نحو العصرية ، أو بالنسبة لإعداد العلميين باعتبارهم القاعدة الأولى لهذا الإعداد . وفي السنوات الأخيرة شهدت الدول العربية اهتماماً متزايداً بتدريس المواد العلمية في التعليم العام . ولكن ما زالت هناك بعض القضايا المتعلقة بالإعداد العلمى في التعليم العام ، منها .

١ — كيف يمكن القضاء على الفجوة بين الجانب المعرفى والجانب السلوكى في تدريس العلوم ؟ فالملاحظ أن الاهتمام ما زال مركزاً حول الامام بالمعرفة العلمية دون توجيه العناية بتنمية الدوافع العلمية الحققة كحب الاستطلاع معرفة الحقيقة والتدريب على أسلوب التفكير العلمى . وقد يقتضى ذلك مراجعة الصياغة العامة للمناهج وأساليب التدريس والمناخ العام للعمل المدرسى .

٢ — كيف يمكن أن تتحقق الوحدة بين الجانب العلمى الأكاديمى والجانب التطبيقى في التعليم العام ؟ وتشير هذه القضية إلى الحاجة إلى صياغة جديدة للتعليم العام تجمع في وحدة واحدة بين التعليم النظرى والتعليم التكنولوجى وخاصة في مرحلة الدراسة الثانوية حيث يبدأ في التنوع في التعليم . وهنا نوجه النظر إلى أن كثيراً من دول العالم المتقدم قد بدأت تأخذ بنظام المدرسة الثانوية الشاملة التى تجمع في إطار واحد التعليم النظرى والتعليم الفنى بحيث تتحقق الوحدة بين الفكر النظرى والفكر التطبيقى .

٣ — كيف يمكن أن نعد طلابنا لاستيعاب التطور العلمى والتكنولوجى المستمر كنقطة بداية لبناء المجتمع العلمى ؟ فالاتجاهات السائدة في تخطيط المناهج في البلاد العربية ما زالت متأثرة في اختيار عناصر التعلم ببعض النظريات التربوية التى لم تعد تلائم التطورات العالمية أو واقع المجتمع العربى والحاجة إلى تغييره . ومن ثم فهناك حاجة إلى بلورة

## ٦ — كيف يمكن تغيير أساليب التدريس ووسائله ؟

لعل الحاجة إلى تغيير أساليب التدريس في التعليم العام تفوق الحاجة إلى تغيير المقررات الدراسية . فهناك إحساس عام بأن ما ينفذ فعلاً داخل المدارس يختلف عن المخططات الموضوعية . وما زالت أساليب التلقين والاعتماد التام على الكتاب المقرر ونظم الامتحانات التقليدية التي تقوم على قياس حفظ الطالب للمعلومات دون تمثيلها ، سائدة في المدارس العربية . ويرتبط بهذا أمور عدة مثل أساليب التجريب العملي ووسائله وطرق التقويم ومقومات المناخ العلمي داخل المدرسة . كل هذا يحتاج إلى مراجعة واتخاذ الإجراءات الكفيلة بضمان تحقيق الأهداف المرغوبة بصورة واقعية ملموسة .

## ٧ — إلى أي مدى تحقق عمليات التوجيه الدراسي

وظائفها في المدارس العربية ؟

إذا كان الوطن العربي في حاجة إلى استغلال أفضل العناصر البشرية المتوفرة فيه ، فإن هذا يعتمد في المقام الأول على عمليات التوجيه الدراسي في التعليم العام . وقد بدأت بعض البلاد العربية في العناية بالموهوبين من الطلاب سواء عن طريق إنشاء مدارس خاصة لهم أو تشجيعهم مادياً ومعنوياً . ومع ذلك فما زال هناك نقص في وسائل اكتشاف الموهوبين وتنميتهم من النواحي العلمية ورعايتهم أثناء مراحل تعليمهم المختلفة .

## (ب) الإعداد العلمي للطلاب في المرحلة الجامعية :

هناك صور عديدة للإعداد العلمي المتخصص في البلاد العربية . فهناك الكليات الجامعية المتنوعة التي تشمل كليات العلوم الأساسية وكليات العلوم التطبيقية ( هندسة — زراعة . . الخ ) ، وهناك أيضاً المعاهد العليا لإعداد الفنيين المختلفين . ومع اختلاف درجات التطور في هذه المرحلة في البلاد العربية

المختلفة ، إلا أن الاهتمام بها قد زاد بصورة ملحوظة في السنوات الأخيرة وقد صاحب ذلك ظهور بعض القضايا المتصلة بهذه المرحلة ، لعل من أهمها :

## ١ — أهداف الإعداد في المرحلة الجامعية الأولى :

قد يكون هناك اتفاق حول بعض الأهداف العامة لهذه المرحلة مثل إعداد فئة من المتخصصين في المجالات المختلفة ، نشر الوعي الثقافي العلمي . ولكن هذه الأهداف تحتاج إلى تحديد إجرائي واضح يمكن في ضوءه وضع خطة متكاملة للإعداد . وقد يفيد في هذا المجال مناقشة النقاط التالية .

(أ) ما هي الحدود بين التعليم الجامعي وبين التعليم الفني العالي ؟ فمع ظهور المعاهد الفنية العالية وانتشارها في كثير من البلاد العربية ، أصبح من الضروري توضيح أهداف هذه المعاهد وتمييزها عن أهداف الكليات الجامعية المماثلة . ومن المقترح في هذا المجال أن تؤخذ المتطلبات الحديثة للصناعة والزراعة في الاعتبار وحاجتها إلى تكنولوجيين تختص المعاهد العالية بتخريجهم بشرط أن ترتبط هذه المعاهد بالمتطلبات المباشرة لمراكز الإنتاج سواء من حيث الكم أو الكيف ، على أن تختص الكليات الجامعية المناظرة بتخريج فئة من العلميين التطبيقيين الذين يتناولون أعمال البحث وتصميم التجارب النصف صناعية وتطوير عمليات الإنتاج .

(ب) هل يفضل أن يكون التخصص في هذه المرحلة عاماً أم ضيقاً ؟ وهنا يرى البعض أن اتساع التخصص يفيد في تزويد المخرجين بثقافة أساسية شاملة تمكنهم من التعاون مستقبلاً في المجال العام الذي يتسم في الوقت الحاضر بجماعية البحث ، كما يمكنهم من القيام بأعمال عدة في المجتمع . وتظهر أهمية ذلك في غياب التخطيط الدقيق الذي يحدد بصورة واضحة أعداد وأنواع التخصصات الدقيقة المطلوبة ، كما تظهر



(ح) كيف يمكن التركيز على التخصصات المطلوبة وفقاً لاحتياجات كل مجتمع؟ فمع الإيمان بأهمية الدراسة في جميع مجالات العلم، إلا أن الظروف والإمكانيات البشرية والمادية المتاحة للتعليم العالي قليلة نسبياً، ومن ثم، فقد يكون من الأفضل التركيز حول بعض التخصصات ذات الصلة الوثيقة بمتطلبات المجتمع وتوفير كافة الإمكانيات لها؟ وإذا اتفق على ذلك، فما هي أهم هذه التخصصات؟

٣ — وسائل الإعداد: لعل هناك اتفاق على أن أى تطوير حقيقى لأهداف التعليم الجامعى وخطته لن يتحقق بصورة فعالة ما لم تتوفر الوسائل اللازمة لتحقيقه. ومن المفيد في هذا المجال مناقشة النقاط التالية:

(أ) الإمكانيات المادية: إزاء التوسع الضخم في التعليم الجامعى، تواجه بعض البلاد العربية مشكلة نقص الإمكانيات المادية مثل المعامل والمكتبات وأجهزة التعليم والتدريب.. الخ. ومع أن الميزانيات المخصصة للتعليم الجامعى قد زادت كثيراً عما كانت عليه من قبل، إلا أنها لا تنفى في صورتها الحالية بمتطلبات الإعداد السليم. وإلى جانب هذا، هناك صعوبات ناشئة عن استيراد الأجهزة والمراجع من الخارج. فما هي الوسائل العملية التي يمكن اتخاذها في هذا الشأن؟ ومن المقترح في هذا المجال تبنى مشروع لإنشاء مؤسسة عربية لأدوات وأجهزة المعامل، كما أنه من المقترح تجميع الإمكانيات الموجودة داخل الجامعة الواحدة في معامل مركزية تخدم جميع كليات الجامعة.

(ب) الإمكانيات البشرية: مازالت معظم الجامعات العربية تعاني من قلة أعضاء هيئة التدريس. وقد يعود ذلك إلى عدة عوامل منها: عدم وجود خطة طويلة الأمد لإعداد أجيال متلاحقة من الأساتذة والمدرسين، ونقص الحوافز المادية والمعنوية وخاصة إذا قورنت بالحوافز التي تقدمها الهيئات والمؤسسات الصناعية لجذب رجال الجامعات إليها.

أهميته في مواجهة احتمالات المستقبل الغير معلومة بالنسبة لنا في الوقت الحاضر. بينما يرى البعض الآخر الأخذ بنظام التخصص الدقيق حتى يمكن زيادة كفاية الخريجين في المجالات العلمية المختلفة.

٢ — خطة التعليم في المرحلة الجامعية: لا نكاد نخطئ كثيراً إذا قلنا بأن التعليم الجامعى في الدول العربية ما زال يسير وفق النمط التقليدى الموروث من الأجيال السابقة. وهناك حاجة إلى تغيير هذا النمط لمواجهة التقدم العلمى التكنولوجى المعاصر واحتياجات المجتمع النامى. وقد تفيد مناقشة النقاط التالية في تحديد الاتجاهات المرغوبة.

(أ) كيف يمكن الربط عملياً بين أهداف التعليم الجامعى وبين المجتمع ومتطلباته؟ وفي هذا المجال يحتاج الأمر إلى التفكير في الوسائل الكفيلة بفتح قنوات للاتصال الدائم الفعال بين التعاميم الجامعى وأجهزة التخطيط والإنتاج في المجتمع سواء عن طريق لجان مشتركة بين رجال الجامعات والعاملين في هذه الأجهزة أو تبادل الخبرة بين العاملين في الجامعات ومراكز الإنتاج والخدمات.

(ب) أنواع التخصصات الموجودة: إن هناك من يطالب بتخصصات ونوعيات للتعليم الجامعى لا توفرها النظم الجامعية بصورتها الحالية. فبالإضافة إلى الاقتراحات الخاصة بالتخصصات التي تتضمنها الكليات الحالية، هناك اقتراحات بشأن أنواع من التخصصات لا يمكن أن تقوم كلية واحدة بتوفيرها مثل المهندسين العلميين أو الزراعيين العلميين. وهذا يعنى الحاجة إلى إعادة النظر في إيجاد علاقات مشتركة بين الأقسام الجامعية، لا داخل الكلية الواحدة فحسب، بل داخل إطار الجامعة بأكملها.



ويبدو أن تزايد الإحساس بأهمية العلم فى العالم العربى قد أدى إلى نشاط حركة البحث العلمى فى كثير من الدول العربية من خلال تنظيم الدراسات العليا ومراكز البحوث إلا أن هذا النشاط صاحبه العديد من القضايا المتصلة بإعداد الباحث العلمى ، لعل من أهمها :

١ - ماهى الشروط اللازم توافرها فى الباحث العلمى ؟

ولعلنا فى هذا المجال نحتاج إلى مناقشة شرط الدكتوراه الذى تأخذ به معظم الدول العربية ، وهل من الممكن التفاضل عن هذه الشروط وخاصة بالنسبة للعاملين فى مراكز البحوث على أساس أنه يجعل الحصول على هذه الدرجة الغاية الأساسية للباحثين ، دون الاهتمام الكافى بالبحوث الجامعية ذات الصلة التطبيقية . وفى هذه الحالة ، ماهى الوسائل الكفيلة بتدريب مثل هؤلاء على أعمال البحوث وخاصة فيما يتعلق بالبحوث التطبيقية ؟

٢ - اختيار الباحثين وتوجيههم : إن اجتذاب

المتأزمين للعمل فى البحث العلمى يعد أمراً هاماً . وهنا يلاحظ أن تقدم الصناعة يؤدى إلى زيادة قدرة المؤسسات الصناعية على اجتذاب الخريزمين المتأزمين ، وبالتالى ابتعادهم عن مجال البحث العلمى . فما هى الوسائل الكفيلة لمواجهة هذا الموقف ؟ وهل لا يكون من المفيد أن تتبنى هذه المؤسسات هؤلاء الخريزمين وتتيح لهم فرص البحث العلمى المرتبط بأعمالها ؟

٣ - خطط إعداد الباحث العلمى : لما كانت ظروف

التعليم العام والجامعى لا تتيح الفرص لاكتساب المهارات الأساسية للبحث العلمى ، ولما كانت طلبات البحث العلمى فى العصر الحديث تحتاج إلى مزيد من العناية فى إعداد الباحثين وتوجيههم ، فقد يكون من المهم إعادة النظر فى الأسلوب التقليدى الذى مازالت الجامعات العربية تسير وفقاً له فى إعداد الباحث . وهنا تثار بعض الأمور منها :

وهنا نود أن نلفت النظر إلى الحاجة إلى وضع خطة سريعة لمواجهة هذا النقص إلى جانب الخطة طويلة الأمد . ومن المقترح فى هذا المجال استخدام الوسائل التعليمية الحديثة فى عمليات التعاميم لمواجهة الأعداد المتزايدة من الطلاب .

(ج) أساليب التدريس : إذا كان من المتفق عليه

أن إمداد الطالب بقدر معين من المادة الدراسية لا يكفى وحده لإعداده إعداداً علمياً سليماً فإن علينا أن نعيد النظر فى أساليب التدريس التى مازالت تهتم بعمليات التلقين دون الاهتمام بالنواحى السلوكية مثل التدريب على أسلوب التفكير والبحث العلمى وتنمية المهارات اللازمة للتعلم الذاتى . ويرتبط بهذا أيضاً ، ضرورة إعادة النظر فى خطط الدراسة التى تثقل كاهل الطالب بعدد كبير من ساعات الدراسة بحيث لا تتيح له الوقت الكافى للنمو العلمى الذاتى الذى يقوم على الاعتماد على النفس فى الاطلاع والتجريب ، كما لا تتيح له فرصاً كافية لمزاولة أوجه النشاط الاجتماعى والرياضى والثقافى . ومن المفيد أيضاً أن نهتم فى هذا المجال بالتفكير فى أساليب التدريب المعمل والميدانى .

٤ - متابعة النمو العلمى للخريزمين : لعل من المسلم به

أن الإعداد قبل الخدمة لم يعد كافياً وحده لمواجهة التطور العلمى والمتطلبات المتجددة للمجتمع . وفى ضوء نقص إمكانيات التدريب أثناء الخدمة فى المؤسسات ومراكز الإنتاج والخدمات ، يصبح من واجب كليات ومعاهد الإعداد تنظيم الوسائل اللازمة لمتابعة النمو العلمى للخريزمين سواء عن طريق برامج للتدريب أو وسائل النشر والإعلام أو مراكز لخدمة الخريزمين .

(ج) إعداد الباحثين العلميين (الدراسات العليا) .

إن أى نهضة علمية أصيلة تقوم أساساً على أكتاف مجموعة من الباحثين فى المجالات المختلفة ، قادرين على تنشيط حركة البحث العلمى وربطها مع الحركة الاجتماعية والاقتصادية

الأساسية مثل التوثيق العلمى وإجراء التجارب ، مع تقويم عمله فى هذه المرحلة لمعرفة مدى إمكانيته لمتابعة البحث العلمى .

— بالنسبة لدرجتى الماجستير والدكتوراه ، هل يقتصر للحصول عليها على القيام ببحث أم ينبغى تنظيم بعض المقررات الدراسية التى تتناول مناهج البحث والمواد التخصصية المختلفة ؟

— هل من المفيد وضع خطة لبحوث الماجستير والدكتوراه ترتبط باحتياجات المجتمع أم تترك كما هى عليه الآن حرة دون قيود ؟

(ب) وفيما يتعلق بالدبلومات المهنية المتخصصة : ماهى طبيعة هذه الدبلومات ؟ ومن المقترح أن تأخذ هذه الدبلومات شكل دراسات وتدريبات ذات طبيعة تطبيقية يقصد بها إعداد المتخصصين المهنيين إعداداً علمياً للعمل فى فروع التخصص .

وهل الأنواع الموجودة منها حالياً فى الجامعات العربية كافية أم هناك حاجة لإنشاء دبلومات جديدة تغطى احتياجات الصناعة الحديثة ؟

(ح) وفيما يتعلق بالبرامج التدريبية والتنشيطية : يلاحظ أن هناك حاجة إلى تدريب الأفراد العلميين فى مجال الإنتاج ومجال الخدمات سواء لإعدادهم للخدمة أو لرفع كفاءتهم فى العمل . فما هو الشكل الذى ينبغى أن تأخذه هذه البرامج ؟ وكيف ينسق العمل فيها بين الجامعات ومراكز الإنتاج والخدمات ؟

(أ) هل تبعية الدراسات العليا لكليات تحقق نوعية الباحثين المرغوبين وتضمن توفير كافة الظروف الملائمة لإعدادهم أم أن الأمر يحتاج إلى تشكيل جهاز ثابت فى كل جامعة للإشراف على الدراسات العليا أو إنشاء كليات متخصصة للدراسات العليا ؟

(ب) هل حان الوقت الذى ينبغى أن يتفرغ فيه الطالب ( كلياً أو جزئياً ) أثناء الدراسة العليا حتى يمكن أن تأخذ هذه الدراسات الصورة الجديدة لها مع توفير الوقت والجهد اللازمين ؟

(ج) كيف يمكن تنظيم الإشراف على الدراسات العليا ؟ فإزاء ازدياد مشاغل الأساتذة فى التدريس فى المرحلة الجامعية الأولى ، مع نقص عددهم ، لم يعد لديهم الوقت الكافى للإشراف على البحوث - فهل يكون من المفيد تخصيص أساتذة للإشراف على البحوث والدراسات العليا ولو لبعض الوقت ؟ وإلى جانب هذا ، هل الإشراف الفردى المتبع حالياً كاف لى يتحقق التكامل المطلوب فى البحوث العلمية أم يفضل إيجاد تنظيم لتوفير الإشراف الجمعى على طلاب الدراسات العليا ؟

٤ — أنواع الدراسات العليا ووسائلها : تتفاوت الدراسات العليا بين الدرجات الجامعية العليا ( الماجستير والدكتوراه ) والدبلومات المتخصصة والبرامج التدريبية والتنشيطية .

(أ) ففىما يتعلق بالدرجات الجامعية العليا : تثار أسئلة عديدة منها :

— كيف يعد المتخرج فى الجامعة للبحث العلمى ؟ ومن المقترح فى هذا المجال تدريبه أولاً على المهارات

## (د) إعداد الفنيين من أفراد الأجهزة العلمية

المعاونة :

بالرغم من الجهود التي تبذلها الدول العربية من أجل توفير الفنيين المعاونين للأعمال العلمية إلا أن الغالبية العظمى من تلك الدول — كما دلت نتائج الاستبيان — لا تزال تشكو من قلة الفنيين سواء في التوثيق العلمى أو في تصميم الأجهزة وتشغيلها أو تحضير المواد أو الحساب الآلى أو الرسم والتصوير .

وتدل نتائج الاستبيان أيضاً على تفاوت مستويات العاملين في هذه المجالات ، ففي بعض البلاد العربية يتخرج هؤلاء الفنيين من المدارس الثانوية أو من معاهد إعداد الفنيين ، بينما تعتمد بعض البلاد العربية الأخرى على ذوى الخبرة .

وهذا الوضع يثير بعض النقاط منها :

(أ) ماهى المواصفات اللازم توافرها في العاملين بالمجالات العلمية التالية :

١ — التوثيق العلمى والخدمات المكتبية .

٢ — الورش وتصميم الأجهزة .

٣ — تشغيل الأجهزة وصيانتها وإجراء القياسات

وتحضير المواد .

٤ — الحساب الآلى .

٥ — الرسم والتصوير .

(ب) مامدى احتياج الدول العربية للتخصصات السابقة؟

وقد يحتاج الأمر هنا إلى التوصية بإجراء مسح لما هو موجود ومدى كفايته نوعاً وكماً ، وتوقعات المستقبل بالنسبة لهؤلاء الفنيين .

(ج) ماهى وسائل توفير هؤلاء الفنيين ؟ ويتضمن

هذا السؤال مناقشة مايلي :

— المستوى الثقافى الأولى الذى ينبغى توفيره في

كل فئة .

— أنواع المعاهد اللازمة لتخريج هؤلاء الفنيين .

— أنواع البرامج التدريبية التى يلزم تنظيمها لهم .

— وسائل اجتذاب العناصر الصالحة وترقية مستواها .



## ورقة عمل مقدمة الى

### اللجنة الثانية الخاصة ببحث موضوعات "هيايات ومراكز البحوث ومقوماتها"

#### ١ - ماهى الوظائف والمهام الأساسية التى يؤدى

بها العلم دوره فى خدمة المجتمع فى الدول العربية ؟

تحديد الوظائف والأهداف فى وضوح ييسر اكتشاف سبيل تحقيق هذه الأهداف ، ويسر عملية حشد الإمكانيات المادية وتخصيص الاعتمادات المالية المناسبة لذلك . فعلى الأمة أن توضح فى منهاج عملها الوطنى إدراكها لدور العلم فى المجتمع ، وأن توضح المهمات الأساسية التى ينبغى على الأداة العلمية الوطنية أن تنهض بها .

نذكر على سبيل المثال :

(١) خدمة الاقتصاد القومى . ونمذج ذلك البحوث العلمية الموجهة لخدمة مشروعات التنمية الصناعية والزراعية والاجتماعية ، وهى بحوث قد تسبق الإعداد لتنفيذ المشروع ، أو تصاحب تنفيذه لتخلصه من العوائق ، أو تصاحب مرحلته الإنتاجية لمواجهة مشاكل عملية الإنتاج ذاتها .

(ب) تدريب تقنيين علميين لخدمة مشروعات التنمية الحالية والمستقبلية ؛ ذلك لأن الصناعة الحديثة أصبحت تعتمد على تطبيقات علمية متجددة وخاصة فى مجال الفيزياء التطبيقية والكيمياء وواضح أنه سيكون للتحكيم التلقائى والأتوماتية Automation دور أكبر فى مستقبل الصناعة ، كذلك ستعتمد الصناعة على مصادر جديدة للطاقات وخاصة الطاقة الذرية والنووية .. لذلك يلزم أن تنهض الأداة العلمية بواجب تدريب تقنيين علميين لمواجهة متطلبات « الثورة الصناعية الثانية » — انظر البحث المقدم من مركز التنمية الصناعية للدول العربية إلى المؤتمر .

(ج) جسر لنقل التكنولوجيا المعاصرة وتوطينها . من الواضح أن الصناعة إذا نقلت إلى البلاد الناهضة دون إعداد البيئة الصالحة لتوطينها ، فإنها تتعرض لضروب من الفشل . وللعلم دور هام فى إعداد البيئة المناسبة لنقل التكنولوجيا المعاصرة وتطوير الصناعة بتطبيقاتها وتقليل الفجوة بين المتخلف والمتقدم .

عالية . ويقابل ذلك تفتت القوة الاقتصادية للدول المتخلفة لعدم توحيد قواها الاقتصادية . ولعل دراسة استراتيجية إنتاج البترول في العالم توضح قوة تحكم القوة الاقتصادية للدول الغربية في إنتاج مادة خام توجد أغلب حقولها في الدول النامية .

(د) التقدم العلمي في الدول المتقدمة هو أحد العوامل الأساسية في اجتذاب العناصر العلمية من الدول المتخلفة ، ومنها الدول العربية ، ذلك لأن العالم يشعر بانتمائه إلى الحضارة المعاصرة التي تتمثل في الدول المتقدمة أكثر من شعوره بالانتماء لدولته المتخلفة . إن ما تشكو منه الدول النامية من استنزاف العقول الذي يتمثل في هجرة العلماء أصبح مشكلة عامة للدول النامية ومنها الدول العربية .

٣ — أين مواقع العمل العلمي في الدول العربية ؟

(أ) الجامعات العربية ، حوالي ٢٠ جامعة بالإضافة إلى عدد من الكليات المهنية العليا للجامعات العربية بالإضافة إلى مهمة التأهيل والتدريب ، مهمة الإسهام في الجهد العلمي في مجال البحوث . ولقد كان للجامعات في عدد من الدول العربية فضل الريادة في مجال البحث العلمي قبل أن تنشأ مؤسسات البحث العلمي المتخصصة . وما يزال جزء كبير من البحث العلمي يجري في الجامعات ، ويرجع ذلك إلى أسباب متعددة منها أن بالجامعات حشداً من العلماء المؤهلين للقيام بمسؤوليات البحث العلمي . وقد أنشئت في عدد من الجامعات العربية لجان تختص بالبحوث ويختص أحد وكلاء الجامعة بمسؤولية تنسيق برامج البحوث على مستوى الجامعة ، وتعمل بعض الجامعات العربية على إنشاء صندوق خاص لتمويل البحوث العلمية .

(ب) مراكز البحوث القومية ، وهي مراكز متعددة الاهتمامات ، ونموذجها المركز القومي للبحوث بالقاهرة (استكمل

(د) الإسهام في التقدم العلمي المعاصر : وهذا قسط من الجهد العلمي الوطني ينطلق فيه البحث العلمي الحر ليحقق اكتتاب الأمة في التقدم الحضاري . ويلزم أن يتاح لهذا الجانب من الجهد العلمي أن يؤدي دوره في التعريف بمجتمعه وإبراز صورته السمحة للعالم .

٢ — ماهي آثار الثورة التكنولوجية والتقدم الصناعي

في الدول المتقدمة على اقتصاديات الدول النامية ومنها الدول العربية ؟

(أ) توسيع الفجوة بين المتقدم والمتخلف : أشارت الدراسة التي قدمها مركز التنمية الصناعية للدول العربية وتلك التي أعدها د. محمد حسن عباس إلى الفجوة التكنولوجية بين دول أوروبا الغربية والولايات المتحدة الأمريكية وتخوف الدول الأوروبية مما يسمى بالاستعمار التكنولوجي . والفجوة بين الدول المتقدمة والدول النامية أوسع ، وما تزال تزداد اتساعاً وخطراً .

(ب) تدهور أسعار المواد الخام التي يعتمد اقتصاد الدول النامية ومنها الدول العربية عليها ، وارتفاع أسعار المواد المصنعة التي تنتجها الدول المتقدمة . إن مقارنة تدهور أسعار القطن والكاو والمطاط الخام خلال السنوات العشر الماضية بارتفاع أسعار السيارات والأدوات الكهربائية خلال نفس المدة يوضح هذه النقط . وقد تناولت مؤتمرات التجارة والتنمية التي عقدت في اليابان والهند وغيرها هذه المسألة بالدراسة .

(ج) تضخم القوة الاقتصادية للدول المتقدمة باتحادها على مستوى الدول مثل السوق الأوروبية المشتركة ، أو مستوى اتحاد الشركات والاحتكارات الكبرى مثل اتحاد شركات جنرال موتورز أو فورد التي أصبحت شركات

(أ) مجموعة مراكز بحوث يختص كل واحد منها بعنصر من عناصر الإنتاج الرئيسية ، وأمثلة ذلك :  
مركز بحوث القطن في السودان وفي الجمهورية العربية المتحدة .

مركز بحوث الصمغ العربي في السودان .  
مركز بحوث البترول في المملكة العربية السعودية وفي الكويت .  
مركز بحوث المراعي في الجمهورية العربية السورية وفي العراق .

مركز بحوث النوسفات في المملكة المغربية . . . الخ .  
ويعتمد وجود هذه المراكز على عناصر الإنتاج الرئيسية وتختلف من بلد عربي إلى آخر .

(ب) مجموعة مراكز بحوث يختص كل منها بواحد من الموضوعات العلمية الرئيسية ، وأمثلة ذلك :

مركز بحوث تربية النبات  
مركز بحوث الأراضي وتغذية النبات  
مركز بحوث الذرية  
مركز بحوث البيئة  
مركز بحوث أمراض النبات . . . الخ .

(ج) قد يحتاج استكمال الأداة العلمية في بعض الدول إلى إنشاء مركز قومي للبحوث ، يكون استكمالاً لما ينقص من المجموعتين السابقتين ، ويكون حاضن تفريخ لتكوين مراكز علمية تستقل عند النضج أي عند استكمال مقوماتها وخاصة من ناحية الأفراد العلميين . ويكون كذلك موضعاً للقيام ببحوث علمية تتعلق بالإضافة إلى الحصيلات العلمية وبالتطبيقات العلمية بعيدة المدى .

إنشأؤه (١٩٥٤) والمركز القومي للبحوث الصناعية بالخرطوم ( أنشئت نواته بمعونة الأمم المتحدة عام ١٩٦٥ ) . تتناول مثل هذه المراكز برامج البحوث طويلة المدى مع الاهتمام بالأسس العلمية للمشاكل التطبيقية ، أي جذورها الممتدة في مجالات علوم الكيمياء والفيزياء والأحياء .

من المرغوب فيه — إن وجد مركز قومي للبحوث — أن يلحق به مركز قومي للتوثيق العلمي تستكمل فيه العناصر المطلوبة لمثل هذا المركز .

(ح) مراكز البحوث المتخصصة (النوعية) ، وتتبع في بعض الأحوال وزارات الإنتاج ، ونموذج ذلك مراكز ومحطات البحوث التابعة لوزارات الزراعة والصناعة والصحة في عدد من الدول العربية ، أو تتبع وزارة البحث العلمي أو الهيئة التنظيمية العليا للبحث العلمي حسب الأحوال ونماذج ذلك معهد الصحراء ومعهد البحوث الطبية ومعهد أبحاث البناء وغيرها مما يتبع وزارة البحث العلمي في مصر .

(د) توجد في بعض الدول العربية ( الجمهورية العربية المتحدة والجمهورية العربية السورية ) وزارة للبحث العلمي ، تنهض بمسئولية قطاع رئيسي في البحوث العلمية .

(هـ) أنشئت في بعض الدول العربية ( الجمهورية العربية السورية والأردن ولبنان والعراق ) مجالس عليا لتنسيق البحوث العلمية ، كما أنشئت في بعض الدول لجان علمية تختص كل منها بتنسيق البحوث وتوجيهها في مجال متخصص ( مثل لجنة الأراضي الجرداء ، لجنة علوم البحار ، ولجنة علم استخدام المياه ، . . . الخ ) .

٤ — ما هي صورة مجموعة مراكز البحوث العلمية التي يلزم أن تستكمل على الصعيد المحلي في كل من الدول العربية ؟



(د) يجب أن يكون إنشاء هذه المجموعات ، أو استكمال إنشائها وفق خطة قومية متكاملة وواضحة المعالم والأهداف والمراحل . والقول بالخطة القومية يقتضى وجود مضمون فلسفى متفق عليه ، ويعنى وجود خطة وسياسة دائمة لا يعتورها التغير . فليس أخطر على الكيان العلمى النامى من القلق الذى ينشأ عن عدم وجود سياسة دائمة وخطة قومية تتبع من مضمون فلسفى واضح .

ويراعى أن الصورة التفصيلية لكل مركز تتوقف على حجم ما يتناوله من موضوعات ، وعلى الطبيعة العلمية لهذه الموضوعات .

ويراعى كذلك أن للجامعات وظيفة رئيسية فى مجال البحوث العلمية ، وأنها جزء من الأداة العلمية .

هـ — ما هى المقومات التى يلزم أن تهيئها الدولة لمراكز البحث العلمى ليتسنى لها أن تنهض بمسئولياتها ؟

( أ ) الأفراد العلميون بكافة درجاتهم من مساعد العمل إلى قائد فريق الباحثين ، مع مراعاة أن ينتظم الأفراد العلميون فى فرق بحث متكاملة . ويتضمن إعداد الأفراد العلميين وضع برنامج لتدريبهم ، وغالباً ما يحتاج ذلك إلى وضع خطة للبعثات العلمية واعتماد الميزانيات اللازمة لتنفيذ هذه الخطة . كذلك يلزم أن يكون لدى مراكز البحوث القدرة على الاحتفاظ بهؤلاء الأفراد العلميين ، وتهيئة الظروف المناسبة لتفرغهم للعمل العلمى .

(ب) المعامل والتجهيزات العملية وحقول التجارب وورش الصيانة ، حسب طبيعة البحوث التى تجرى فى كل مركز ، الإنفاق على هذا الباب يستغرق الجزء الأكبر من الإنفاق العلمى ، يلزم أن يكون لدى مخازن مراكز البحوث كميات احتياطية معقولة من المواد الكيماوية والزجاجيات

وغيرها من المواد المستهلكة . كذلك يلزم الاهتمام ربوش صيانة الأجهزة العلمية وإصلاحها ، وأن تكون لدى هذه الورش القدرة على صناعة أجهزة معينة أو تركيب أجهزة يحتاج إليها الباحثون ويقوم على تصميمها الباحث بمعاونة مهندسى الورش

( ح ) المكتبة العلمية النامية على الدوام والقادرة على أن تصل الباحثين بالنتائج العلمية التى ينشرها الباحثون فى أرجاء الأرض . وقد تكون المكتبة فى مركز البحوث المتخصصة ذات طابع تخصصى ، مع وجود مكتبة رئيسية متكاملة تتبع هيئة بحوث مركزية . ويلزم أن يكون مع كل مكتبة جهاز توثيق علمى يعتمد حجمه على حجم العمل فى المركز .

كذلك يلزم أن تتاح أعمال المساعدة فى الكتابة وإعداد البحوث للنشر ، مثل الرسم العلمى وإعداد الخرائط وجداول الإحصاءات ... الخ .

( د ) تعريف الباحثين أو فرق البحث ، كل فى مجال تخصصه ، بمشاكل التنمية التى يلزم أن تتجه البحوث إلى تناولها . وقد يقتضى هذا إيجاد وسيلة للصلة والربط بين هيئات الإنتاج القومى وهيئات البحوث وقد يقتضى رسم خطة للبحث العلمى على مستوى قومى .

( هـ ) ميزانية للإنفاق العلمى المناسب .

( و ) تهيئة المناخ المناسب ( مادياً وأدياً ) للإفادة القصوى من الباحثين ومن الأداة العلمية كلها ، فلا يمكن أن تتجلى عبقرية الباحث وموهبته فى مجال البحث العلمى إذا تنازعت عواقل القلق وعدم الاستقرار ، ذلك لأن البحث العلمى بطبيعته عملية طويلة الأمد وجو الاستقرار النفسى عنصر هام جداً ...

( ترجمة وتلخيص ... الخ ) بعشرات اللغات التي تنشر بها البحوث ، ولكن يلزم أن يكون في إمكان أداة التوثيق تناول اللغات الرئيسية : الانجليزية - الألمانية - الفرنسية - الروسية - الأسبانية - الصينية - اليابانية .

(ج) التعاون بين الدول العربية في مجال الخدمة المكتبية التوثيق العلمي يزيد من كفاءة الخدمة ويوفر الجهد ، ومن الممكن وضع نظام ثابت لتبادل الترجمات والموجزات للبحوث في إطار التعاون العلمي بين الدول العربية .

( د ) عملية الترجمة والنقل من لغة إلى أخرى أصبحت تجارة رابحة وخاصة بين اللغات الروسية والانجليزية والفرنسية والألمانية ، وهي عملية لا تقتصر حالياً على الكتب بل تتناول الدوريات العلمية أيضاً . والدوريات العلمية الروسية في مجالات العلوم الرياضية والطبيعية والكيمياء تترجمها شركات تجارية أمريكية ، وتطرحها في السوق بأسعار عالية بعد عملية الترجمة . كذلك نشأت في إسرائيل شركة تجارية لترجمة الكتب الروسية إلى اللغة الانجليزية وغيرها .

(هـ) النشر العلمي هو جزء مكمل لعملية البحث العلمي ذاتها ، ولعل إصدار الدوريات العلمية ( بمعاونة الجمعيات العلمية المتخصصة ) وإصدار نتائج الدراسات العلمية الخاصة ( مونوجراف ) أن تكون وظائف مركز توثيق قومي . ومجال النشر العلمي يتسع للتعاون بين مجموعة الدول العربية ، وبذلك يمكن نشر عدد من الدوريات العلمية المتخصصة بانتظام .

يطرح النشر العلمي قضية لغة نشر نتائج البحوث في العلمية التي تقوم بها مراكز البحوث في البلاد العربية ، هل هي اللغة العربية أم هي إحدى اللغات الأوربية التي تتداول بها البحوث ؟ نذكر في هذا الصدد أن عدداً من البلاد مثل اليابان والسويد تنشر البحوث باللغة الانجليزية في الأغلب

نذكر هنا أن ليس هناك تناقض بين احتياجات الوطن من الجهد العلمي وبين حرية الباحث وانطلاقه . فالباحثون من أهل الوطن وسعادتهم في خدمته وفي شعورهم بأن وطنهم في حاجة إليهم وأنهم قادرون على خدمته .

كذلك نذكر أن العمل في مجال البحث العلمي أصبح مهنة وحرقة ومصدراً للرزق بالنسبة للعاملين في البحث العلمي ويجب أن يكون فيما يجرى على الباحثين من دخول ما يهيء لهم ظروف التفريغ للعمل العلمي .

٦ - ما هي المقومات التي يلزم أن تهيئها الدولة لتدعيم خدمة التوثيق العلمي والمكتبات ؟ وماذا تعد الدول العربية مجتمعة لمواجهة مسألة تفجر المعلومات العلمية التي تصدر في مليوني بحث كل عام وتنشر في أربعين لغة ؟

(١) المكتبة العلمية كالكائن الحي إما أن ينمو باستمرار أو أن يموت لذلك يلزم أن تتسع الاعتمادات المالية للنمو المستمر والمتكامل للمكتبة العلمية . المكتبة العلمية تحتوي على كتب المراجع وعلى دوريات نشر البحوث بأنواع هذه الدوريات . وتواجه المكتبات التي تنشأ مشكلة المجموعات السابقة من الدوريات العلمية ، ومع أنه من المرغوب فيه أن تستكمل مجموعة الدورية الواحدة إلا أن صعوبة هذا الاستكمال قد تدعو في بعض الأحوال إلى الاكتفاء بالعشر سنوات الأخيرة مع الحرص على استمرار وصول الأعداد الجديدة فور ظهورها .

(ب) النشر العلمي في العالم يتم بلغات متعددة ، ولا يمكن للباحث أن يلم إلا بعدد قليل من تلك اللغات لذلك يلزم أن يعاونه جهاز توثيق علمي كفء يصل الباحث بالبحوث المنشورة باللغات التي لا يعرفها . ولعله من المبالغة أن نتوقع في المكتبات العلمية إمكانية التوثيق العلمي

٨ - ما هي أنماط العلاقة بين مراكز البحث العلمي والتنظيم الإداري للحكومة ؟

(١) وحدات بحوث بالجامعة . من المرغوب فيه أن تنظم بالجامعة وحدات بحوث تشتمل على فريق من الباحثين مع معاونيهم ، تتناول الوحدة موضوعاً علمياً أو مشكلة علمية ... ويجوز أن يتولى الإنفاق على هذه الوحدات صندوق البحوث بالجامعة ، كما يجوز أن يتولى الإنفاق عليها اعتمادات أبحاث تخصصها هيئات صناعية أو زراعية مثلاً من خارج الجامعة .

درجت بعض البلاد ( بريطانيا مثلاً ) على تكوين وحدات بحوث بالجامعات تنفق عليها مجالس البحوث ( مجلس البحوث الزراعية - مجلس البحوث الطبية - مجلس البحوث الصناعية ) وتكون الوحدة في أغلب الأحوال نواة تكبر حتى تنضج ثم تنفصل وتصبح مركز بحوث مستقل ، أى أن الجامعات يمكن أن تؤدي وظيفة « حاضن التفريخ » بالنسبة لمراكز البحوث التي تستحدث .

(ب) مراكز بحوث تابعة للوزارات أو الهيئات العامة . الواقع أن هناك مراكز بحوث تابعة لوزارات الإنتاج كالزراعة والصناعة أو لوزارات الخدمات كالصحة ، والإسكان والمرافق .. الخ . وهذه التبعية تثير مناقشة ذات طرفين

— تبعية مركز البحوث للوزارة أو الهيئة المستفيدة من بحوثه يزيد الارتباط المباشر بين البحث العلمي والتطبيق .

— تبعية مركز البحوث للوزارة أو الهيئة المستفيدة من بحوثه ينفذ المركز استقلاله العلمي ولا يهيء للباحثين ظروف الانطلاق وقد ينتج عن ذلك تحول تدريجي بالمركز عن أغراض البحث العلمي إلى أغراض الخدمات العلمية .

الأعم ، وأن البحوث التي تنشر باللغة المحلية تذيل بملخصات وافية باللغة الانجليزية أو الفرنسية أو الألمانية .

ما هي أسس وضع ميزانيات البحوث والإنفاق العلمي على المستوى القومى ؟

(١) الإنفاق على البحث العلمي بمعدل ١٪ من الدخل القومى الكلى أصبح الحد الأدنى الذى يلزم أن يستهدفه واضعو ميزانيات البحث العلمى بالبلاد النامية .

(ب) معدل الإنفاق العلمى فى مجال الزراعة قد يقل عن ١٪ من دخل القطاع الزراعى ، وفى مجال الصناعة قد يزيد على ١٪ من دخل القطاع الصناعى . وهذه أمور تؤخذ فى الاعتبار عند النظر فى توزيع تفاصيل ميزانيات البحوث .

(ج) توضح معدلات للإنفاق العلمى السنوى بالنسبة للفرد العلمى الباحث ، وهى معدلات تتراوح من ٣٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ جنيه بالنسبة لأغلب البحوث التطبيقية ، وفى مجالات خاصة مثل بحوث الذرة والصواريخ ... الخ قد تزيد المعدلات عن ذلك بكثير . يقصد بمعدل الإنفاق العلمى بالنسبة للفرد مجموع مرتبه السنوى ، وما ينفقه على بحوثه من المصروفات الدورية ولا يدخل فيها اعتمادات الإنشاءات الدائمة .

(د) ينبغى أن تخصص ميزانيات للحوافز والجوائز التشجيعية . ويراعى فى تحديد مرتبات الباحثين ما يهيء لهم التفرغ للعمل العلمى والاستقرار النفسى .

(هـ) يكون الإنفاق على مستوى مركز البحوث خاضعاً للوائح ونظم إدارية مرنة لا تعوق العمل العلمى .

فمن المستحيل أن تدار مراكز البحوث من رئاسة إدارية مركزية يرجع إليها فى الأعمال اليومية . إنما تدار مراكز البحوث بطريقة الارتباط ببرامج عملية مرفق بها ميزانية محددة ، وكل ذلك فى إطار فلسفة عامة تحدد أهداف البحث العلمى والعلاقات الإنسانية داخل مركز البحوث الواحدة وفيما بين مراكز البحوث المتعددة .



أحواض تخزين المياه الجوفية التي لا يمكن تحديد أبعادها إلا بجهد مشترك من مجموعة دول متجاورة . وموضوع الأرصاد الجوية والتنبؤ الجوي ... الخ .

(ب) هناك مشا كل علمية تطبيقية يحسن تناولها في نطاق إقليمي مثال ذلك الأمراض المتوطنة . واستغلال مصادر الطاقة الطبيعية والهندسة المعمارية ومواد البناء المناسبة لظروف المناخ الجاف الحار ... الخ .

(ج) يجوز أن يكون المركز الإقليمي مركزاً واحداً ينشأ في أحد الأقطار وتنفق عليه مجموعة الدول العربية ويكون في خدمتها جميعاً ، مثال ذلك المركز الإقليمي للنظائر المشعة بالقاهرة وعلى منواله يجوز التفكير في إنشاء مركز إقليمي لدراسة استغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ، ومركز إقليمي لبحث مواد البناء وهندسة العمارة ... الخ .

(د) يستلزم الأمر في بعض الموضوعات أن يكون المركز الإقليمي مركزاً رئيسياً تتبعه محطات فرعية موزعة في الإقليم . مثال ذلك المركز الإقليمي لدراسات المناطق الجرداء المزمع إنشاؤه في دمشق ، ويكون على صلة بمجموعة من المحطات الحقلية في سائر البلاد العربية .

(هـ) في أحوال أخرى يكون المطلوب إنشاء هيئة تنسيق إقليمية تربط بين عدد من مراكز البحوث المتناظرة مثال ذلك هيئة إقليمية للأرصاد الجوية ... الخ .

١٠ - ما هي جدوى تعاون الدول العربية في مجال تنظيم الملكية الصناعية والإشراف على تنفيذ قوانين الملكية الصناعية وحقوق الاختراع ؟

هذه المناقشة أثارت في مصر بالنسبة للمركز القومي للبحوث عام ١٩٥٥/٥٤ ، هل يتبع المجلس القومي للإنتاج أو مستقل ويتبع رئاسة مجلس الوزراء ؟ كما تثار هذه المناقشة حول معهد الصحراء مثلاً وهل يتبع المؤسسة العامة لتعمير الصحاري كما كان الحال فيما بين ٥٩ و ١٩٦٣ ، أو يتبع وزارة البحث العلمي كما هو حاله منذ ١٩٦٣ ؟

(ج) مراكز بحوث متفرغة للبحث العلمي وتابعة لوزارة البحث العلمي ، أو تابعة لهيئة أو مجلس قومي لتنسيق البحوث العلمية . مثال ذلك مجموعة مراكز ومعاهد البحوث التابعة لوزارة البحث العلمي في الجمهورية العربية المتحدة .

في جميع الأحوال ينبغي أن تتمتع مراكز البحث العلمي بقسط من الاستقلال الإداري والمرونة التنفيذية . وفي أحوال تبعية مراكز بحوث معينة لمصالح حكومية تتولى أعمال إنتاجية أو تنفيذية يجب أن يراعى أن للبحوث وظيفة مختلفة عن الأعمال الروتينية ذات الطابع العلمي كأعمال التحليلات والرقابة على الإنتاج ... الخ .

٩ - كيف تواجه الدول العربية المشا كل التطبيقية ذات الطابع الإقليمي ، وما هي مبررات إنشاء منظمات بحوث إقليمية على الصعيد العربي ، وما هي الصور المختلفة لمثل هذه المنظمات العامة .

(أ) تلك مشا كل علمية تطبيقية يتحتم تناولها على نطاق إقليمي ، نظراً لطبيعتها الموضوعية . مثال ذلك مشكلة الجراد الرحال الذي يتكاثر في موضع ثم يرحل أسراباً إلى مواضع أخرى بعيدة . ومشكلة زحف الحد الصحراوي . وموضوع

## ورقة عمل مقدمة الى

### اللجنة الثالثة الخاصة ببحث موضوعات

### ”التنسيق والتعاون في المجال العلمي بين البلاد العربية“

تقديم :

تتناول البحوث المقدمة أمر التنسيق بين البلاد العربية في اطار فكرة أساسية واحدة تربط بينها جميعاً . وإن اختلفت الموضوعات المتخصصة التي تناقشها ، هي البحث في وسائل تحقيق هذا التنسيق . وهي بهذا تسلم ضمناً بأن هذا التنسيق أمر مرغوب فيه في المجال العلمي .

إلا أن البحوث قد تناولت أيضاً ، على سبيل التقديم ، أمر دواعي هذا التنسيق ومبرراته . ولعل هذه المبررات هي الرباط الذي يصل بين ما يجري في لجنة العمل هنا من دراسة وبين ما تناقشه جلسات المؤتمر العامة ولجان عمله الأخرى . فمن بين دواعي التنسيق التي تشير إليها البحوث ، الثورة التكنولوجية المعاصرة التي شهدتها الدول المتقدمة في السنين الأخيرة وأثرها في الدول النامية وهذا هو الموضوع الذي تناقشه اللجنة الفرعية الثانية أيضاً في بحثها في أمر مقومات هيئات ومراكز البحوث . ومن بين هذه الدواعي أيضاً طبيعة التحدي الإسرائيلي الذي يواجهه العرب جميعاً اليوم في معركة المصير ، والوجه الخاص لهذا التحدي في المجال العلمي ، وهذا أمر ناقشه المؤتمر في اجتماعه العام الثاني .

ولكن البحوث المقدمة تشير إلى تشابه البيئات العربية ومشكلاتها العلمية وإلى ما يفرضه هذا التشابه من ضرورة التنسيق . وهي تشير كذلك إلى أن التنسيق في المجال العلمي ، شأنه في هذا الشأن كل أعمال التنسيق في المجالات المتخصصة ، هو التعبير العملي عن مفهوم الوحدة العربية المنشودة وهو خطوة عملية على طريق تحقيق هذه الوحدة .

ونوجز فيما يلي وجهات النظر التي تعرضها البحوث المقدمة ، ونتائج الاستبيان التي تجمعت لدى الإدارة الثقافية بجامعة الدول العربية في الموضوعات المدرجة في جدول أعمال هذه اللجنة .

## ١ - وسائل العمل على الاحتفاظ بالعلميين في البلدان العربية والاستئناس بهم في تخصصاتهم

تبدى هذه المجموعة من البحوث تشابهاً ملفتاً ، في النقاط التي تتعرض لها بالبحث ، في الأفكار والآراء والاقتراحات التي توردها ، بل وفي ترتيب عرضها للموضوع وذلك على الرغم من أنها تأتي من مصادر متباينة . ولهذا التوافق الغريب مغزاه الذي قد يكون من المفيد أن يمعن المؤتمرون النظر فيه . فعدد البحوث المقدمة يعكس قلق الغالبية العظمى ممن يعنىهم مصير الأمة العربية من تفشى هذه الظاهرة في كثير من البلاد العربية ، والبحوث ذاتها — بل والردود على استبيان الإدارة الثقافية — تظهر اتفاقاً يكاد يكون تاماً حول وسائل الاحتفاظ بالعلميين في الوطن العربي . فلماذا إذن لم يؤخذ بهذه الوسائل ؟ ولماذا لا تتخذ الخطوات الكفيلة بتنفيذها ؟ وهل يرجع هذا إلى أن أسلوب معالجة المشكلة يغفل اعتبارات عملية عميقة الأثر تجعل تنفيذ هذه الاقتراحات عسيراً ، إن لم يكن مستحيلاً ؟ وإن كان الأمر كذلك ، فما هو الأسلوب الأمثل في تناول هذا الموضوع والذي يضمن أن تجيء نتائج دراستنا له عملية فعالة ؟

وربما يساعدنا في الإجابة على هذه التساؤلات أن يبرز عرضنا للبحوث بعض الاختلافات في وجهات النظر المعروضة فيها وبعض النقاط التي لم تتوقف عندها طويلاً .

ولقد حاولت بعض البحوث أن تبرز حقيقة وحجم الإضرار الناجمة عن هجرة العلميين . ولكنها اكتفت بأن رفضت — دون مناقشة — الآراء القائلة بأن الهجرة حل لمشكلة فائض الخريجين التي تعاني منها بعض الدول العربية ودعم لاقتصاديات تلك الدول ، ورفع شأن الوطن العربي ، وفرصة لاكتساب العلماء العرب مزيداً من الخبرة والمعرفة التي ربما عادوا بها إلى أوطانهم ، بشكل أو بآخر ، فيما بعد . وهذا رأى تنادى به بعض الدول المستقبلة للمهاجرين فتقول

إن الهجرة لا تترتب عليها بالضرورة خسارة كبيرة للدول المصدرة ، لأن هذه الأخيرة لا تملك حتى الآن وسائل الاستفادة منهم . ويشير البحث المنفصل في هذا الأمر التساؤل حول حقيقة أسباب عجز بعض الدول عن الاستعانة بالأفراد العلميين فيها ويجرنا إلى مناقشة سياسة إعداد العلميين وطرق إعدادهم ومكان إعداد العلميين في خططها للتنمية عموماً ، وفي مجال التعليم بوجه خاص . وستسهم الإجابة على هذه التساؤلات في توضيح حقيقة الإضرار الناجمة عن هجرة العلميين على المدى القريب وفي المستقبل البعيد .

ولقد حاولت البحوث أيضاً ، كما حاول الاستبيان ، إبراز معالم واضحة لصور الهجرة وحجم حركتها واتجاهاتها . واهتمت بعض الدراسات بالمبعوثين الممتنعين عن العودة إلى أوطانهم ، وقصرت دراسات أخرى اهتمامها على الهجرة إلى العالم المتقدم ، وأشار بعضها إلى أمر هجرة العلميين داخل الوطن العربي ذاته . ويؤكد هذا القصد الشديد في البيانات المتاحة عن خركة الهجرة ويلفت النظر إلى أهمية تنظيم حركة جمع المعلومات وتحليلها على لمستويين الوطنى والقومى ، طبقاً لخطة مدروسة يتفق عليها في إطار عربى موحد ، تصوغه أجهزة جامعة الدول العربية وتشرف على تنفيذها . ويشير هذا أمر مساس هذه البيانات بأمن الدول العربية وسلامتها وهيبتها في المحافل الدولية . وفي هذا المقام ، تنبهنا بعض البحوث إلى أن هذه البيانات متاحة بكل حذافيرها للدول المستقبلة للمهاجرين وترى أنه ليس في جمعها وتداولها أى مساس بسلامة الأمة العربية ومكائنها الدولية ، خصوصاً وأن هذه ظاهرة عالمية تشكو منها بعض الدول المتقدمة أيضاً .

وتشير نتائج الاستبيان إلى أن هناك دولتين عربيتين على الأقل ( الكويت وليبيا ) لا تشكو من هجرة العلميين . ويؤكد هذا ضرورة الإجابة عن التساؤلات



الآتية : ما هو الحجم الحقيقي للمشكلة في كل بلد عربي ؟

إلى أين يذهب المهاجرون ؟

ما هي نسبتهم في كل تخصص ؟

كيف تتغير هذه النسبة من بلد عربي إلى آخر ؟

وستكون هذه البيانات أساساً يطمئن إليه في حساب

توقعات المستقبلين القريب والبعيد .

وتورد البحوث — وتشاركها في هذا ردود الاستبيان

— أسباباً معروفة — لهجرة العلميين . فهي تذكر مثلاً ،

في إطار الأسباب الداخلية ، عدم الاستفادة منهم في

تخصصاتهم ، وعدم توفر المناخ العلمي وكثرة معوقات النشاط

العلمي ( وهي أمور ناقشها المؤتمر في جلسته العامة الأولى ) ،

وسوء الأحوال المعيشية للعلميين ، وما يعانون منه من قيود

على حيرة العمل والتعبير والفكر . وهي تشير ، في إطار

الأسباب الخارجية ، إلى آثار الثورة التكنولوجية في خلق

فرص عمل كثيرة للعلميين وتهيئة مستوى مرتفع لهم وإشباع

طموحهم العلمي . كما تشير إلى انهيار بعض شباب العلميين

العرب بالحياة في الدول المتقدمة وإلى زواجهم من أجنبيات .

وتحاول بعض الدراسات المناظرة بين هذا الحشد من

الأسباب وإبراز الحائز منها . ولكنها تعاني في سبيل تحقيق

هذا من غباب دراسة يطمئن إليها للتعرف على حقيقة الدوافع

التي حركت العلميين الذين هاجروا فعلاً والتي تدفع غيرهم إلى

التفكير فيها . ويؤكد هذا أهمية القيام بدراسات ميدانية

بين المهاجرين وراغبي الهجرة أنفسهم للكشف عن الأهمية

النسبية لكل واحد من هذه الأسباب ، وذلك أسوة بما

قامت به بعض الدول المتقدمة في بداية اهتمامها بمعالجة هذه

المشكلة والبحث عن أفضل الحلول لها .

وفي ضوء اقتراح الوسائل للاحتفاظ بالعلميين تشير

البحوث أولاً إلى أهمية إشراك الدول العربية اشتراكاً

إيجابياً في أعمال المنظمات الدولية في هذا المجال وتوصي بأن

تتعاون مع هذه المنظمات فيما تقوم به من دراسات وأبحاث

في هذه المشكلة ، كما توصي بأن تعمل على خلق رأي عام

دولي في هذه المحافل بشجب هذه الهجرة ويدعو إلى تنظيمها .

وعلى المستوى الإقليمي العربي ، تدعو بعض البحوث

إلى جمع إحصائيات مفصلة عن احتياجات البلاد العربية

من العلميين والتنسيق والتكامل بينها في الوفاء بهذه

الاحتياجات عن طريق مركز عربي إقليمي يجمع المعلومات

عن العلميين العرب في الوطن وفي المهجر ويتعرف على

رغباتهم ، من ناحية ، ويتلقى من الناحية الأخرى طلبات

الهيئات والمؤسسات العربية للأفراد العلميين في التخصصات

التي لا تتوفر فيها . وتدعو البحوث أيضاً إلى رفع كل القيود

على استخدام العلميين العرب في أي مكان من العالم العربي

ليصبح الوطن العربي منطقة جذب للعلميين ، لا منطقة طرد

لهم . واقترح أيضاً توحيد الجهود العربية في مجال إنشاء

مراكز البحوث الحديثة ، نظراً لأنها باهظة التكاليف ،

وخلق الوعي العلمي الذي يهيئ للعلميين مناخاً علمياً صحياً ،

وربط العلميين العرب في المهجر بالوطن العربي وتشجيع

وتنظيم الاستفادة منهم .

ولقد ورد إلى الإدارة الثقافية اقتراح من الأستاذ عبد

السلام — مدير المركز الدولي للطبيعيات النظرية في تريستا

بإيطاليا ، لتنظيم زيارة العلميين العرب لمراكز البحوث

الدولية بصفة دورية واشترائهم اشتراكاً فعلياً في أعمال

هذه المراكز . وهذا اقتراح مفصل جدير بأن يحظى باهتمام

اللجنة وبمناقشته تفصيلاً واتخاذ قرار في شأنه .

وتتناول البحوث وردود الاستبيان أيضاً مسؤوليات

كل دولة في العمل على الاحتفاظ بالعلميين فيها فتشير إلى

أهمية إطلاق الحرية الشخصية والفكرية للعلميين ، وإلى

ضرورة تحسين أحوالهم المعيشية وتشجيع المجددين منهم

والبحاث وتبادل الخبرات في مجال تطوير التعليم العالي ، وتوثيق التعاون بين الجامعات العربية وتنسيق جهودها في رفع مستوى التعليم والبحوث العلمية الجامعية وفي معاملاتها مع الهيئات والمحافل الدولية . وتناقش اللجنة الفرعية الأولى للمؤتمر أموراً كثيرة خاصة بالإعداد العلمى للطلاب في مراحل التعليم المختلفة ، هي في حقيقة الأمر من بين وسائل التنسيق بين البلاد العربية في المجال العلمى . وياحبذا لو فحست كل الآراء الواردة في هذا الشأن بعين الواقع وأبرز من بينها ما يمكن الأخذ به فوراً .

وتعالج البحوث أيضاً أمر التنسيق للنشر العلمى العربى والمؤتمرات العلمية العربية وتبادل المعلومات والخبرات بوجه عام بين البلاد العربية . وتورد بعض البحوث إقتراحات مفصلة بعدد ونوع هذه المجالات بينما يقترح البعض الآخر أن تكون هناك أمانة دائمة تنظم عقد المؤتمرات العلمية وتتولى مسئولية إصدار مطبوعاتها ووقائعها . وتشير البحوث أيضاً إلى الدور الذى يمكن أن يلعبه تبادل المعلومات والخبرات والإنجازات وبراءات الإختراع في ربط العلماء العرب بعضهم ببعض وفي تحقيق فوائد أعم بتطبيق الصالح منها على مستوى العالم العربى كله .

ولا تغفل البحوث أمر التنسيق على مستوى مراكز البحوث ، وهو الأمر الذى ناقشته اللجنة الفرعية الثانية بالتفصيل في دراستها لشئون مراكز البحوث ومقوماتها . وتشير البحوث في هذا الصدد إلى أهمية إنشاء منظمة عربية علمية .

وتعرض البحوث المقدمة — في النهاية — عدداً من التصورات المفصلة لهذا التنظيم العلمى العربى فتحدد أصله وفروعه وأهدافه ونشاطاته في الميادين العلمية المختلفة وتكويناته الإدارية والعلمية وينظم العمل فيه وتفصل الواجبات والمسئوليات التى سبتناط به . إلا أن الملاحظ أن

وتسكريمهم ، وإلى أهمية إشتراكهم في اتخاذ القرارات العلمية والربط بين نشاطهم واحتياجات مجتمعاتهم وتوفير احتياجات العمل العلمى . كما تقترح بعض البحوث أيضاً إعادة النظر في إيفاد شباب غرض للدراسة خارج العالم العربى قبل أن يستكمل دراسته في معاهد عربية ، وذلك ضماناً لأن يجيئ سفرهم وقد نضجوا فكرياً وعلمياً . ومع أن بعض البحوث يشير إلى القدرة على تنفيذ هذه الإقتراحات ، كلها أو بعضها ، تتوقف على حجم النشاط الإقتصادى فى الدولة ونوعه وعلى الأحوال الإجتماعية والسياسية السائدة فيها ، إلا أنها لا تتناول هذا الإعتبار الحاسم بأى قدر من التفصيل أو التعمق .

### ٢ - وسائل التنسيق بين البلاد العربية في المجال العلمى

تعرض البحوث المقدمة ، مرة أخرى ، وحدة فكرية واضحة في تحديد وسائل التنسيق العربى في المجال العلمى . ولكنها لا تناقش الصعوبات والمشاكل التى تعترض سبيل تنفيذ هذه التوصيات التى تتواتر في كل البحوث . ومن المفيد أن ينصرف القدر الأكبر من مناقشة التوصيات المقدمة إلى توضيح هذه العقبات وإقتراح وسائل التغلب عليها ، وذلك حتى يجيئ توصيات اللجنة فعالة ومؤثرة .

ويمكن تقسيم وسائل التنسيق المقترحة طبقاً للمستوى الذى يناقش عليه أمر التنسيق . فعلى مستوى الأفراد ، تقترح البحوث دعم الجمعيات العلمية العربية وربطها ربطاً أوثق بالإتحاد العلمى العربى ، وتبادل الأساتذة والباحثين بين معاهد العلم والبحث العربية ، وتنظيم برامج مشتركة متخصصة لتدريب مختلف فئات العلميين والفنيين العاملين في مراكز الدراسة العلمية والبحث .

وتنوه البحوث ، في سياق الحديث عن التنسيق على مستوى الجامعات والمعاهد الفنية العليا ، بالدور الذى يمكن أن يلعبه إتحاد الجامعات العربية في تنظيم تبادل الأساتذة



البحوث لم تتعرض للأعباء المالية المترتبة على الأخذ باقتراح إنشاء هذه المنظمة العلمية الكبرى ، ولا تناقش البحوث أيضاً خطط تنفيذ هذا الاقتراح والمراحل التي يمكن أن تسير فيها أو الزمن الذي سيستغرقه إنشاء هذه المنظمة ودعمها حتى تصبح قادرة على القيام بما تحدده البحوث المقدمة لها من أهداف . وربما يكون من المفيد هنا أيضاً أن تهتم المناقشات بهذه الأمور وأن تقدم في شأنها توصيات عملية قابلة للتنفيذ . وهناك بحثان مقدمان للجنة لكل منها طابعه الخاص . وأولهما يعرض صورة واضحة لمعهد الكويت للأبحاث العلمية ويفصل نظام تكوينه ويستعرض بعض إنجازاته ، مشيراً إلى تعاونه مع مراكز البحوث في الدول المتقدمة . ويقدم البحث الثاني اقتراحاً بإنشاء مركز عربي لطب المناطق الحارة ، يخدم العالم العربي كله في دراسة هذه الأغراض وعلاجها ومكافحتها .

### ٣ - توحيد المصطلحات العلمية في اللغة العربية

تبدأ بعض البحوث باستعراض الجهود السابقة التي بذلت في هذا المجال وتقويم فعاليتها . وهي تبرز سمتين مميزتين للوضع الراهن . أولاهما مضي وقت طويل على هذه الجهود وصغر حصيلها . والسمة الثانية التي تبرزها هي ضخامة هذا العمل وإرتفاع تكاليفه . وهي تؤكد بهذا أهمية التخطيط طويل المدى لهذا « العمل القومي الكبير » وإلى أهمية إقامة هذا التخطيط على تقدير واقعي لإحتياجاته من المال والجهد والوقت . وتكشف مذكرة المكتب الدائم لتنسيق التعريب بالرباط أيضاً عن طريق أمثلة مستمدة من واقع خبرتها عن أبعاد هذا الجهد وتعرض تخطيط المكتب لراجل تنفيذه . وفي هذا الصدد أيضاً تتساءل بعض البحوث عن مبررات التعريب ويورد أحدها مبررات خمسة له ، كما تتساءل عما إذا كان من الضروري أن نصر اليوم على أن يتفق العرب جميعاً في شأن المصطلحات المترجمة .

وهناك تساؤل آخر تطرحه البحوث عن أثر التعريب على الإنصراف عن استخدام اللغات الأجنبية العلمية وأثر ذلك على نمو النشاط العلمي وتطوره في العالم العربي . ومن الجدير بالذكر هنا أن نتائج الاستبيان ، وإن كانت تشير إلى توفر المصطلحات العلمية العربية بوجه عام لأغراض التعليم العام ، إلا أنها تكشف عن أن حركة تعريب الكتب العلمية غير شائعة في الدول العربية عموماً وعن وجود تفاوت كبير بين الدول العربية في مدى استخدام اللغة العربية في دراسة العلوم في الجامعات والمعاهد العليا . فبينما تشير الكويت وليبيا والعراق إلى استخدامهما جزئياً ، تشير بيانات لبنان والمغرب إلى أنها لا تستخدم بتاتاً . ولقد اختلفت الآراء أيضاً حول مدى توفر المصطلحات العربية لهذا المستوى من التعليم ، فذكرت سوريا والعراق وليبيا والكويت أنها متوفرة تماماً بينما ذكرت البحرين والأردن والجمهورية العربية المتحدة وبعض الجهات المتخصصة في العراق ولبنان أنها غير متوفرة .

ولقد ناقشت البحوث أيضاً قدرة اللغة العربية على استيعاب المصطلحات الحديثة وبرهن أحدها على ذلك بالتفصيل ، كما تلفت مذكرة المكتب الدائم لتنسيق التعريب إلى بدء استخدامها كلفة دولية في منظمات الأمم المتحدة .

وتعرض البحوث أيضاً اقتراحين متخصصين ، أحدهما في شأن تدوين المصطلحات المكتوبة بحروف لاتينية بالحروف العربية ، والثاني اقتراح باستكمال الدراسات السابقة ، قديمها وحديثها ، باستخدام الأساليب العلمية المتطورة ، والحاسبات الإلكترونية بالذات ، للتعرف على دلالة الحرف ، بدلا من الأصل الثلاثي للكلمة . وقد ترى اللجنة مناقشة هذين الاقتراحين أو إختارتهما إلى الهيئات المتخصصة لدراستهما وإبداء الرأي فيها .



# المنالء العلمى الواجب توافره فى المجتمع بصفة عامة وفى دور العلم بصفة خاصة للكىور المهندس محمد كامل حسين

يخيل إلى كثير من الباحثين أن التقدم العلمى فى الأمم الفتية أمر واضح الحجة سهل التحقيق ، كأنه ليس عليها إلا أن تحتذى الأمم العريقة فتطوى بذلك القرون التى سبقوها بها نبداً من حيث انتهوا وتقتدى بهم حيث نجحوا ، وتتجنب اخطاءهم حيث أخطأوا ، فتسكون وإياهم سواء فى التقدم العلمى .

والواقع أن التقدم العلمى فى الأمم الناهضة ليس على هذا القدر من البساطة ، بل لعله أكثر تعقيداً منه فى الأمم العريقة . فهى تتفق معها فى الصعوبات العالمية التى تعترض كل أمة تريد أن تحافظ على تفوقها . وعاليتها كذلك أن تتغلب على الصعوبات التى تعترضها من حيث هى أمة ناهضة ، تسعى أن تفيد من العلم ما أفادته أمة أكبر وأغنى . وعلى كل منها فوق ذلك أن تتغلب على صعوباتها الخاصة بها والتى تتعاقب بذاتها الفكرية وماضيها الثقافى وتطورها الحضارى .

ورأت الأمم الفتية أن العلم يقوم على أمرين الرجال والأجهزة فعملت على توفيرهما وبذلت كثيراً من الجهد والمال فى هذا السبيل . وقد ثبت ثبوتاً قاطعاً أن العلم الحديث علم عالمى يستطيع التفوق فيه كل من أوتى قدرأ كافياً من الذكاء ، وأنه ليس مقصوراً على أمة بعينها أو ثقافة خاصة بها . وثبت كذلك أن العلميين من أهل الأمم الفتية حين يعملون فى المراكز العملية الكبرى يصيبون من النجاح ما يصيبه أقرانهم . فإذا كانت كفاية العاملين ثابتة والأجهزة الدقيقة متوفرة فمن أين يأتى هذا النقص الذى لا سبيل إلى تجاهله . . .

والواقع أن العلم ، من حيث هو كائن حى دقيق ، يتأثر بالبيئة إلى أقصى حد . ومن البيئات العلمية ، بيئات خصبة ينمو فيها العلم نمواً كبيراً وأخرى مجدبة يبذل فيها الجهد البالغ فلا تؤتى من الثمار إلا قليلا . والفرق بين الخصب والجذب قد يكون قليلا جداً ، ويكون مع ذلك بالغ الأثر . وكذلك النجاح فى الحياة قد يتوقف على أمور دقيقة يحسبها أكثر الناس غير ذات بال .

والبحث فى البيئات يشمل أمرين : البحث فى العوامل التى تؤثر فيها فتفسدها أو تصلحها وهى عوامل كثيرة بعضها خارج عنها وبعضها يرجع الى طبيعتها . ثم البحث فيما ينقصها من عوامل الخصب والإثمار .

من العوامل التى تؤثر فى النهضة العامة عند الأمم الناهضة علاقاتها بالمدنية الأوروبية . ذلك أن الظروف التاريخية قضت أن تنشأ العلوم التجريبية وتترعرع فى أوربا ومن سوء الحظ أن أول لقاء بين الأمم النتية والمدنية الأوروبية كان لقاء سيئاً جداً . فكان التفوق العلمى ذريعة للطغيان السياسى على الأمم الناهضة . واستخدم العلم وسيلة للظلم والاستبداد والعسف . فكان على أهل الأمم الفتية عند أول نهضتهم أن يشبثوا قدرتهم على تحصيل هذه العلوم . وحماتهم هذا على التفاخر بتاريخهم البعيد والقريب ، يحاولون بذلك أن يستعيدوا ماظنوا أنهم فقدوه من عزة وكرامة وثقة بالنفس . وعندى أن هذا الإصرار على الفخر بالماضى يؤكد ما يحاولون نفيه . ذلك أنه يجعل كفايتهم موضع الشك ولا أحسبه يرفع من الكرامة القومية . إذ ليس أدل على الضعف من أن يجد الانسان نفسه مضطراً إلى تبرير ماضيه أو حاضره .

والذى لاشك فيه أن علاقة الأمم الناهضة بالأمم الغربية خلقت فيها عقداً نفسية وعقلية لم يعد لها مسوغ ، وقد آن لها أن تتخلص منها تماماً . والتفكير العلمى الصحيح لا يستقيم مع وجود العقد النفسية مهما يكن نوعها . والعلم أصلاً يقوم على فهم الطبيعة ومنطقها وعلى معرفة علاقة الأشياء بعضها ببعض مستقلة عن الإنسان . والعاطفة الوحيدة التى تصلح أساساً للتفكير العلمى هى حب المعرفة . والطبيعة لها نظامها الخاص وهو فى جوهره رياضى مستقيم ، وهى تحمل مشاكلها ، على حد قول عالم باكستانى ، حلولا رشيقة ، والعقد النفسية التى تحمل الباحث على التفكير فى كرامته أو كرامة

قومه أو السعى الى التفوق الاجتماعى أو السياسى يجب أن تعد من عوائق التقدم العلمى لامن دوافعه ، مهما يكن فيها من نبل وعزة .

ومن العوامل التى لها أكبر الأثر فى تحقيق التفوق العلمى أن تكون الثقافة العامة فى مستوى لا يقل كثيراً عن المستوى المطلوب فى العلوم . والعلوم الحديثة نشأت فى أعقاب ثقافة عالية جداً ولا يمكن أن تقوم على غير هذا الأساس .

ويعوق التقدم العلمى أن يقوم خلاف شديد بين المحافظين على القديم والمجددين حين يسرف كل منهم فى التمسك برأيه إلى حد يعوق حياة الآخرين . وليس الخطر على الأمم أن يكون فيها مذاهب مختلفة فى التفكير ، وإن يناقضت ، وإنما يأتىها الخطر إذا وقع بين هذه المذاهب تصادم تذهب بخيرها ويزيد فى شرها .

وفى حياة كل أمة أمور تحسن المحافظة عليها إذا لم تؤد هذه المحافظة إلى الجمود وإذا لم يكن الدافع إليها الخوف من كل جديد . وبعض المحافظين يريدون أن يقوا قوميتهم خطر ضياع خصائصها ، كأن القومية شىء يمكن أن يزول كما يخلع الرداء . وهو وهم قديم تعلق به الأمم الفتية فى عهد ضعفها المرهق . وفى حياة الأمم أمور أخرى يحسن فيها التجديد على ألا يكون تقليداً أو تمسكاً بكل فكرة طابرة تصدر عن قوم نراه متقدمين . ولا فرق عندى بين المحافظ والمجدد مادام كل منهما تابع لغيره ، إذ لا تفاضل فى التبعية . ولعل المحافظ أن يكون أدعى إلى الإعجاب من الذين تغويرهم الوجودية أو اللا معقول . والذى ينشئ قصيدة فرنسية جميلة والذى يكتب رواية رمزية والذى يتحدث عن راسين كما يتحدث الفرنسيون هؤلاء يحسبون أنهم يرتفعون بثقافة أمتهم بأعمالهم هذه إلى أرقى المستويات وهم فى هذا واهمون . وليس هنا مجال البحث فى أثر هذه المحاولات على الثقافة العامة فى الأمم



الفتية . وإنما أردت أن أبين أن هذا الصراع بين قديم جامد وحديث قلق يضر بالبيئة العلمية التي هي في أشد الحاجة إلى الاستقرار .

وعلى الأمم الفتية أن تتخلص نهائياً من كل ماعاق بأذهان أهلها من أن من العلماء الغربيين من يريد أن يفض من قدر علماء الشرق عمداً . هذا عهد انقضى تماماً . والذين تلقاهم من علماء الغرب يقدرون الرجل من قدرة الحق ، فإن كان عمله أصيلاً مستقراً احتراموه ، وإن كان عمله تحصيلاً لما قالوا هم به من قبل ، وإذا كان عمله قلقاً مستعاراً لم يحترموه ، تماماً كما يفعلون بعلمائهم ، ولعل رأى بعضهم في البعض الآخر أن يكون أسوأ من رأيهم فينا . وأعرف مستشرقاً ألقى محاضرة عنوانها « هل القرآن كلام الله » وأجاب على ذلك بالإيجاب . وقد تكون مقدماتنا ولكنه على كل حال ولا يمكن أن يكون قد أراد ببحثه هذا أن يشوه الإسلام عمداً . ولعل الظن بأن الغربيين لا يقدرّون الشرقيين أن يكون ما بقي منه عندنا أكثر مما بقي عندهم . وإذا تخلصت الأمم الفتية من كل هذه العقد النفسية التي نشأت من تاريخها القريب فإنها تكون بذلك قد وضعت خير أساس لحياة علمية خصبة مثمرة .

ويعوق نهضة الأمم الفتية أن تفصل بين العلم وتطبيقه وأن تقصر همها على التكنولوجيا رغبة منها في تخفيف أعباء الحياة وبلوغ الرفاهية التي تنعم بها البلاد المتقدمة . وليس لي على ذلك اعتراض إلا من حيث أن العناية بالتكنولوجيا وحدها لا تحقق الغرض المنشود . والعلم هو الذي تصدر عنه التطبيقات . وإذا اقتصرنا عليها نصب معينها بعد قليل وكلمة العلم التطبيقى تحمل في ثناياها العلم البحت . وخيل إلينا أن العلم البحت طريقه صعب طويل . وأن المخترعات الصغيرة تصلح أن تكون غايات بذاتها ، وهذا غير صحيح . فالعقلية العلمية وحدة متكاملة لا يمكن التفريق بين أجزائها . والأمم العريقة حين تفصل بين العلم والتكنولوجيا إنما تفعل ذلك

لأن عندها من العلماء عدداً كبيراً يفي بحاجتها في كلا الأمرين وبذلك يجوز أن يكون فيها علماء متخصصون في العلم البحت وآخرون متخصصون في العلم التطبيقى ولا تستطيع الأمم الناهضة أن تفعل ذلك ما لم يتوفر لديها عدد كبير من كلا النوعين .

وكذلك يعوق النهضة العلمية في الأمم الفتية أن موقفها من العلم الغربى غير طبيعى فمنها من يقول أين تقع نحن من فطاحل العلماء الذين نعرفهم ، وهو قول يفت في عضد الباحث فيقعده به عن التقدم . ولو كان هذا حقاً ففيم عمل الباحثين في المراكز العلمية المنبثقة في شتى بقاع الأرض . وآخرون يظنون أنهم وقد نشروا بحوثاً لا تقل عن بحوث غيرهم فليس لأحد من العلماء فضل عليه ، هذا الشعور المزدوج الذي يجمع بين الإعجاب المفرط والغرور الزائف شعور غير طبيعى . وهو يدل على سوء فهم العلم وطبيعته . ولا يمكن التخلص منه إلا بالإصالة التي سنتحدث عنها كثيراً فيما بعد .

وفضلاً عن هذه العوامل العامة التي تؤثر في البيئة العلمية ، تقوم عوائق أخرى قضت بها الظروف التاريخية التي أحاطت بتطور النهضة العلمية منذ أكثر من نصف قرن عندما بدأت الأمم الفتية تعنى عناية جادة بالعلوم الطبيعية . وكان طبيعياً أن تتركز جهودهم في التحصيل وأن يكون سبيلهم إلى ذلك كثرة الاطلاع . وليس هذا خير السبل إلى الإحاطة بالعلم التجريبي الذي يجب أن يبدأ بالتجربة والمشاهدة والواقع أن هذا العيب عيب الاعتماد على التحصيل والاطلاع ظل ملازماً للتفكير العلمى في الأمم الناهضة . وعليها أن تعمل على الخلاص منه .

والاطلاع الواسع أمر لا بد منه لكل مشغول بالعلوم . ولكن الإلتفات به يحتاج إلى عناية خاصة . فهو سلاح ذو حدين . هو لازم لنمو العلم لزوم الرى لخصب الأرض على أن لا يزيد حتى يفرق الزرع . وأعرف من العلميين من أفسد عليه تفكيره كثرة إطلاعه فتراه يضطرب لكل رأى



الأولى أن السباق فى ميدان العلم لا يمكن أن يؤدى إلى تفوق الأمم الناهضة فهى أضعف فى وسائلها وأبطأ فى تطورها من أن تلحق بالأمم العريقة . والشقة بين الفريقين فى ميدان العلم تزداد على الزمن ، كما حدث فى إقتصادياتهما حيث لا تزال الشقة بين الأمم الغنية والفقيرة تزداد على مر الأيام . والهرولة خطأ أيضاً ومن حيث هى تحرم المشتغلين بالعلم مقومات العلم الخصب وتجعل الحياة الفكرية كلها قلقة وتزيد فى صفة الانفصام التى سنعرض لها بعد قليل .

ومن آثار الهرولة أن الأمم الناهضة باقتنائها أحدث الأجهزة قبل أن يشعر علماءؤها بالحاجة إليها ، يتعلقون ببحوث متعددة لا يحدوهم إلى التعاقب بها إلا الرغبة فى أن يكونوا فى الصف الأول من الباحثين ، وخير البحوث ما كان صادراً عن حاجة ماسة إليها لا عن مجرد الرغبة ، هذه حال عقلية تخلق فى بعض المشتغلين بالعلم ، بل فى خيرهم ، صفة تشبهه أحلام اليقظة وهى حال لا تستقيم معها حياة علمية سليمة والأمم الناهضة حين تتبع طريق الهرولة تعنى بتنشئة الأبطال أكثر من عنايتها برفع مستوى العلم عامة . وهو خطأ جوهرى .

سيقول كثير من الناس أن هذه المشكلة على الوجه الذى وصفناه غير قابلة للحل وأنها تحتم على الأمم الفتية أن تظل دائماً فى منزلة دون منزلة الأمم الكبيرة . والواقع أنه لا داعى لليأس من تقدم العلوم فى الأمم الصغيرة إذا اتخذت الطريق السوية للنهضة العلمية والفكرية وهى طريق الأصالة متجاهلة فى ذلك كل ما بقى فيها من مخلفات الماضى القريب من عقد نفسية أو من رغبة فى تصور العلاقة بين الأمم الصغيرة والكبيرة فى ميدان العلم على إنها سباق .

من الأمور الدقيقة التى تعترض تقدم الأمم الفتية ما يصح أن نسميه الانفصام . وهى صفة واضحة فى أكثر مظاهر الحياة فى تلك الأمم . وهى نتيجة حتمية . لنشأتها غير

جديد يخالف ما تعود أن يصدق . وأنفع ما يكون الإطلاع حين يأتى بعد المشاهدة والتجربة حين يعترض الباحث أمر لا يهتدى فيه إلى الصواب فيلجأ إلى ما عمله غيره من الباحثين فى هذا المجال . وشرة ما كان إستيعاباً نظرياً لسكل ما كتب فى موضوع بعينه . والإطلاع على غير هدى من الخبرة الخاصة يزيد الشقة بين النظر والخبرة وهو خطر كبير على نجاح العلميين .

ويجدر بنا أن نلاحظ هنا أن الخطأ فى تعلم العلوم شىء يصعب إصلاحه فيما بعد وكثير من المشتغلين بالعلوم يظنون أنهم يستطيعون وهم كبار أن يصلحوا ما أفسدته نشأتهم وهم صغار . والواقع أنه من الصعب أن يتخلص الانسان من أخطاء نشأته أو عيوب ماضيه . والنشأة العلمية الصحيحة شرط لا بد منه لتحقيق النجاح حين يبلغ الانسان الدرجة التى يكون فيها عمله العلمى شيئاً ذا قيمة .

ثم فطنت الأمم الناهضة إلى أن عليها أن تبلغ من العلوم ما بلغه غيرها إذا أرادت أن تتخلص من طغيانهم . وظن أهلبا أنهم يستطيعون أن يبدأوا من حيث انتهى هؤلاء . ولم تنجح هذه الوسيلة لأن العلم الذى يكتسب على هذا النحو علم مبتور لا جذور له فهو على أسوأ حال يكون كالفسيلة تزرع فى غير يئتها ، فتذبل وتضمحل مهما يبذل فى تعديدها من جهد ، وهو على أحسن تقدير يكون كفرع الشجرة يثبت فى شجرة أخرى فينبت فيه بعض الثمر وقد يكون جيداً ولكنه علم لا يستطيع أن يستقبل ولا أن يحيا حياة طبيعية .

ولما تبين لهم عقم هذه الطريقة أخذوا بمبدأ الهرولة ولا يزالون يعملون ذلك حتى الآن يحسبون أن الحياة العلمية سباق بينهم وبين البلاد العريقة وأن واجبهم أن يعملوا على اللحاق بهؤلاء وقد يبلغ بعضهم التفاؤل أن يعتقدوا أنهم قد يسبقون غيرهم . على حين أن الهرولة خطأ من ناحيتين :

الطبيعية . ولا أعنى بالانقسام ما يكون فى الحياة العامة من إختلاف فى الآراء والمذاهب وما يكون فيها من تناقض طبيعى لا تخلو منه الحياة العامة . وإنما أعنى بالانقسام أن يقوم إنشقاق واضح عميق فى أمور يجب أن تكون شيئاً واحداً . من ذلك الانقسام الذى يكون بين المفروض والواقع . أو بين قدرة الأمة وأمانيتها أو ثقافتها الموروثة وثقافتها المكتسبة . أما فى الحياة العلمية فشر الانقسام ما يكون بين النظر والتجربة أو بين العلم والخبرة .

وفى الأمم الناهضة يكثر فى المشتغلين بالعلوم صفة الإعجاب بالنظريات العالية لما يكون فيها من ذكاء وبريق . فهم تبهروهم لهذه الصفات مستقلة عن صلتها بالتجربة . وهم ينسون أن أعلى النظريات ليست شيئاً ذا بال إلا إذا كانت سبيلاً إلى فهم ظاهرة تجريبية . وأقل التجارب قد تبين وجه الضعف فى أرق النظريات وأبرعها بما تدل عليه من نقص فى شمولها . والتقدم العلمى أكثره يرجع إلى إثبات خطأ النظريات التى كانت صادقة بالأمس والعالم الموهوب هو الذى يستطيع حين يتأمل نظرية جديدة أن يتبين الصدق الذى فيها والذى يستطيع أن يصل منه إلى آفاق جديدة .

ولنذكر أن أكثر العلم المعروف إنما هو إجابات على أسئلة عرضت للباحثين عند تأملهم الظواهر الطبيعية والتجارب العملية وأن التقدم يقوم فى أكثر الأحيان على التساؤلات الصحيحة الخصب أكثر مما يقوم على الإجابات الصحيحة . والتساؤلات التى تؤدى إلى التقدم لا تذكر عادة فى الكتب ولا يتبينها إلا من درب على مشاهدة الطبيعة مشاهدة شخصية جدية . ويخطئ المشتغلون بالعلم إذ يظنون أنهم يستطيعون أن يمرنوا على التساؤلات الصحيحة استنتاجاً من إجابات غيرهم هذا عامل من عوامل الجذب فى البيئات العلمية يجب أن يفتن إليه العلميون .

أما الانقسام بين العلم والخبرة فمنشأه فى الغالب فساد فى فهم العلم وفى أسلوب التعليم .

وليس من العسير أن نتخلص منه لأنه ليس صفة ملازمة وإنما يرجع إلى خطأ فى التعليم والتعلم . وقد يعلم الإنسان كل ما كتب وعرف عن شئ بعينه حتى إذا أراد أن يتناوله وجد فى علمه نقصاً خاصاً يعوق النجاح وهو لا يدرك له سبباً واضحاً وليس العلم بالخبرة أوسع ولا أكبر ولا أدق من العلم النظرى ولكنه نوع آخر ، وقد يظن كثير من العلميين أنه يستطيع أن يتقن النظر أولاً ثم يكتسب الخبرة بعد ذلك وهذا خطأ لأن الأمرين يجب أن يكتسبا فى وقت واحد بل يجب أن يبدأ بالخبرة كلما أمكن ذلك وإلا وقع الانقسام الذى قد لا يزول بعد ذلك أبداً .

والطريقة المثلى لتعلم العلوم تكون بالمشاهدة أولاً ثم بالتدوين ثم بالاطلاع . أما الذين يبدأون بالاطلاع وحسن الفهم قبل المشاهدة فيظلون دائماً تابعين لغيرهم . وهى التبعية التى يكون معها خصب ولا تقدم .

هذه بعض عوائق الحياة العلمية الصحيحة فى البلاد الفتية ، ولنبحث الآن فى الأعمال الإيجابية التى قد تؤدى إلى النجاح بعد أن تعمل على إزالة هذه العوائق . وقبل أن نبحث فى وسائل النجاح والتقدم يجب أن نقدر أن التقدم العلمى لا يكون بالحديث عن خصائص العلم ومقوماته وإنما يتحقق التقدم العلمى بممارسته ممارسة صحيحة والعقلية المستقيمة علمياً لا تنمو إلا بالمران ولا يفيدنا كثيراً البحث النظرى مهما يكن دقيقاً عميقاً . والبحوث النظرية فى مقومات العلم عمل لا طائل تحته إلا إذا تحقق به تغيير حاسم فى ممارسة العلم . والتحليل الذى نحن بصدده يظل عقيماً إن لم يغير من فهمنا لطبيعة العلم عند ممارسته من أكبر عوامل التقدم العلمى النجاح فى بعض نواحيه نجاحاً حاسماً صريحاً فالنجاح أكبر قوة تدفع العلم إلى الأمام وهو سر مانسميه التقاليد العلمية التى تكفل التقدم لبعض المراكز



للاخفاق ومضيعة للوقت والجهد ومثبطاً لهمم غيره. وهذا كله يخلق جواً لا يعين على النجاح .

والباحثون فى مشكلة علمية لا يعرفون سلفاً طريق النجاح . وإتما يعرف ذلك فى الأمور التى تم النجاح فيها . مثال ذلك ما حدث فى البنسلين حيث تبين بعد النجاح أن مشكلته كانت كيميائية . على حين أن المشاكل المتعلقة بالسرطان لا يزال طريق النجاح مجهولاً ولا يدري أحد أن هل سيجىء الحل من طريق الكيمياء أو البيولوجيا أو الميكروبيوجيا أو غير ذلك وكذلك لا أتصور إمكان التخطيط فى معالجة البلهارسيا أو دودة القطن لأن وضع التخطيط ينقصه بالطبع معرفة الطريق التى تؤدي إلى النجاح . وقد يكون التخطيط غير الموفق مؤدياً إلى إسراف وأخطاء بعيدة الأثر فى الحياة العلمية .

وعلى ذلك يجب أن تبدأ النهضة العلمية بأن نعى بالرجل الذى يتناول هذه العلوم فننشئه النشأة المستقيمة علمياً وعلمياً أن نعى به فى معمله وفى ثقافته وألا نرغمه على غير ما هو ميسر له وعلمنا أن نهيبه له الجو العقلى الضرورى للنجاح . ومن بساطة التفكير التى تبلغ حد السذاجة أن يظن الإنسان أنه يستطيع أن يبلغ الغاية من العلم إذا اكتملت له الأجهزة الدقيقة والمراجع الوافية مالم تتحقق له الدوافع الصحيحة والتكوين الثقافى العام والتكوين العلمى الخاص وهو ما سنعرض له الآن .

والصفة التى لا بد منها لتحقيق التقدم العلمى هى :

#### الاصالة :

يعتقد أكثر علماء البيولوجيا فى صحة النظرية القائلة بأن الفرد فى نموه من الخلية الواحدة إلى أن يصبح حيواناً كاملاً يمر فى أطوار تعيد أطوار نمو فصيلته أو نوعه أو جنسه بهذا يتحقق له النمو السوى . وهو بذلك لا يستطيع

العلمية فى نواح بذاتها من العلم . وقد يوفق رجل واحد بنجاح نجاحاً مبدئياً فى عمله العلمى فيفعل هذا النجاح فى البيئة العقلية والعلمية ما لا يمكن أن تفعله البحوث النظرية فى طبيعة العلم . ولندكر أن العلم لا يفيد إلا من النجاح ويضر به الأخفاق . وقد يحدث أن يفيد الإنسان فى حياته من تدبر أخطائه وهو ما يسمى عادة بالخبرة فى الحياة ولكن التقدم العلمى لا يتحقق إلا بالنجاح .

وسيكون أكثر حديثى هذا عن الأصالة والثقة بالنفس وهو حديث لا غناء فيه مالم تتحقق عملياً . ولا يسوغه إلا أن التحليل أشبه الأشياء بمثل هذا الحديث . ولندكر أن الثقة بالنفس لا تقوم بالحديث عنها بل يجب أن نعمل على خلقها فى المستغنيين بالعلم عن طريق تهيئة وسائل النجاح لهم فى بعض أعمالهم والثقة التى يشعر بها بعض العلميين والتى لا تقوم على نجاح يسوغ لهم هذه الثقة لا تكون فى الواقع إلا غروراً أجوف لا يمكن أن يتحقق معه تقدم علمى .

\*\*\*

مثل هذه الاعتبارات تجعلنى كثير الشك فى فيما يمكن أن يؤديه التخطيط للحياة العلمية فى الأمم الناهضة وخاصة إذا كان التخطيط يقوم على تحديد أمور بعينها تحتاج إليها البلاد أكثر من قيامه على الكفايات البشرية . وذلك أن التخطيط فى جوهره يقوم على القدرة على تحريك العاملين من عمل تقل الحاجة إليه إلى عمل آخر تسكثر الرغبة فى إتمامه . والكفاية العلمية لا يمكن تحريكها بمثل هذه السهولة . وقد ينجح التخطيط العلمى فى البلاد الكبيرة لكثرة ما فيها من الكفايات المتعددة . والأمر فى الأمم الفتية على غير ذلك ويجب ألا ننسى أن الكفاية العلمية كفاية نوعية وأن الرجل قد يكون موهوباً فى عمل بعينه ولا يكون موهوباً فى عمل آخر . فيكون إرغامه على مالا يحسن مدعاة



عليه تحتاج إلى عناية فائقة ووقت طويل وحضارة راقية وفهم حق لطبيعة العلم .

وليس هذا آخر المطاف . وعندى أن القوانين الكونية متشابهة جداً . وأن ما عرفناه يقيناً من قوانين الطبيعة يشبه ما عرفناه من القوانين البيولوجية مع التغيرات التي يدعو إليها تغير طبيعة موضوعات البحث . وكذلك القوانين الانسانية فهي امتداد للقوانين البيولوجية وأن تكون أقل منها ثبوتاً . ولا أشك أن العلم سيتناول مسائل الأخلاق والضمير والإيمان على نحو يشبه القوانين الدنيا . هذه نظرية وحدة المعرفة التي حاولت إثباتها في غير هذا المقام .

والآن وقد بحثنا في عوائق التقدم العلمى من حيث البيئة ومن حيث الدوافع التي تحفز العاملين إلى العلم الخصب فقد آن أن نبحث في الخطوات الإيجابية التي نعد بها عناصر التقدم العلمى في الأمم الناهضة .

وقد يتصور الانسان حياة عامية فيها كل عناصر النجاح وهي مع ذلك خائفة ضعيفة ولكنه من المستحيل أن يتصور حياة عامية صالحة إذا لم يكن العاميون أ كفاء للقيام بها وأعنى بذلك أن التخطيط العلمى والسياسة العلمية بتنظيم البحث العلمى أمور يجب أن تأتى بعد الإعداد الصحيح للعلميين وإلا كان هذا التنظيم عبثاً .

وإعداد العاميين يشمل أمرين الإعداد العقلى والإعداد النفسى . أما الإعداد العقلى فيجب أن يبدأ في أول عهد التعلم لأن الخطأ في بدأ التعلم يصعب إصلاحه فيما بعد . والطريقة المثلى للإعداد العقلى أن نعلم الطالب منذ أول عهده بالعلوم كيف يشاهد الظواهر الطبيعية ، وكيف يفكر في حلها وأن نهديه إلى سبيل الحل ولا نلقنه إياه . فيتدرب بذلك على دراسة الأشياء مستعيناً بالكتب بدلا من دراسة

وأعجبهم . وعليها تقوم السمعة العالية التي للعلم عند أكثر الناس ، وخاصة عند الذين لم يتناولوا العلم بأنفسهم وهو أصل التكنولوجيا التي تقوم على هذا اليقين الراسى الذى يمكن حساب نتائج حساباً دقيقاً . وريادة الفضاء هي أقصى ما وصل إليه هذا اليقين الراسى الرياضى فهو الذى حقق للناس السيطرة على القوى الطبيعية ، وزاد في ثقة الناس بالعقل الانسانى وقوته .

والتقدم الذى يحققه اليقين الراسى تقدم أفقى يزداد اتساعاً ولسكنه يظل في دائرة اليقين الرياضى دون أن يرتفع إلى ما فوق ذلك .

وهذه صفة العلم في القرن التاسع عشر وسيظل دائماً خير أنواع العلم من حيث التطبيق .

على أن هذا الطور لا يمثل الجزء النامى من العلم ، كما يكون الجزء النامى في أعلى الشجرة شيئاً يختلف عن منطقة الإثمار .

ثم جاء القرن العشرون فوجد نوع آخر من اليقين الدينامى وسنسميه اليقين المتغير وحسابه تكاملى تتدخل فيه المتغيرات . وإذا كان اليقين الراسى ثابتاً ثبوت الأهرام فإن اليقين المتغير ثابت ثبوت الطائفة التي يقوم ثباتها على حركتها ، حتى إذا توقفت سقطت . هذا هو المذهب العقلى الذى حقق التقدم العجيب الذى رأيناه حديثاً ، فقد تم لنا في نصف قرن من التقدم العلمى ما لم يتم في عشرات القرون الماضية ، ويجب أن ننسب هذا التقدم الباهر إلى خصب هذا المذهب التفكيرى الخاص .

وإنما سقت هذا الحديث لأبين ما يجب أن تكون عليه نشأة العلماء وتدريبهم أفراداً ، وما يجب أن يكون عليه تطور العلم في الأمم المختلفة . على أن تقدر هذا التطور والمرانة

أن يتخطى أطوار نموه وإن أصبحت غير ذات فائدة . ولعله إذا تخطاها أن يصيبه تشوه في تركيبه . والبرهان على هذه النظرية معروف لدى البيولوجيين والأمثلة عليها كثيرة جداً .  
ولما كان العلم التجريبي كائناً حياً ، نما من مقدمات بسيطة إلى أن بلغ اليوم ما بلغ من عظمة وتعقيد . فلا غرابة أن يكون نمو المشتغل به مطابقاً في خطواته لنمو طائفة العلماء . وإذا لم يتحقق للعالم أن يمر بالخطوات التي مر بها العلم كله فقد يصيبه نقص أو تشوه في عقلية العامة . وكذلك تاريخ العلم في الأمة الواحدة يجب أن يمر بالخطوات التي تم بها نمو التفكير الإنساني كله . وإلا كان العلم فيها مبتوراً لاجذور له ويصعب عليه بعد ذلك أن ينمو نمواً طبيعياً .

ولسنا هنا بصدد البحث في تاريخ العلم وتتبع خطواته تفصيلاً والذي يعنيننا هنا أن نبحث تطور العلم التجريبي خاصة .

بدأ التفكير التجريبي عندما وصل التفكير القديم وتفكير القرون الوسطى إلى غايته وأصبح بذلك عقياً لا يستطيع النمو . . وكان جوهر هذا التفكير أنه قائم على كليات ثابتة تتحكم في الواقع فإذا لم تطابق الواقع هذه الكليات وجب التأويل الذي كان في بعض الأحيان بارعاً ذكياً . أما التفكير التجريبي فهو الذي يعتمد على أن الواقع هو الأصل وأنه هو الذي يتحكم في الكليات يغير منها مهما تكن ثابتة . والخيط الذهبي الذي يربط عناصر العلم التجريبي كله بواقعه وكلياته هو الرياضيات . وأكثر الناس يرتاحون إلى صدق ما يقوم عليه برهان رياضي .

وكان بدء العلم التجريبي أن شك الناس في الكليات وهذا الشك كان شكاخصباً ولم يكن إنكاراً محتالاً لم يكن مقصوداً على هدم القديم والشك الخصب هو الذي يؤدي إلى التساؤل الصحيح والتساؤل الصحيح هو الطريق إلى تقدم العلم وأثره في ذلك أكبر من أثر الإجابات الصحيحة . والقدرة على تدريب

الناشئين على هذا الشك الخصب والتساؤل الصحيح أمر بالغ الأهمية في تكوين العلماء . وقد يقال إن المشتغلين بالعلوم في البلاد المتقدمة لا يعرفون هذا التدريب معرفة واضحة . وهذا غير صحيح وقد يكون علمهم به من الناحية النظرية ناقصاً ، ولكنهم في عملهم يسرون على أسلوب قائم على هذا الأساس المتين وهذه المراتبة العملية على الطريقة السليمة أكثر نجاحاً في تكوين العلماء من البحث النظري ولا يعنيننا أن يكون علم العلماء بالطريقة العلمية علماً واعياً أو غير واع ما دام العلميون يهتدون به ويسرون على نهجه . والذي لا يكون في عمله أثر الشك الخصب والتساؤل الصحيح لا يمكن أن يبالغ شيئاً في مجال العلم . ويدخل في هذا الباب خطأ المبتدئين الذين يظنون أن القوانين أكبر من الواقع والذين يزعمهم أن يجدوا خبرتهم تخالف النظريات السائدة على حين أن الواقع أن تقدم العلم يقوم على إثبات أن نظرية ما تكفي لتفسير الواقع . والنظريات يتسع مداها ويعظم شمولها وتكون أقرب إلى الحق كلما استطاعت أن تفسر كل ظاهرة جديدة . وقد ثبت في أذهان العلماء أن الأسباب الواحدة تؤدي دائماً إلى نتائج واحدة وأنه إذا اختلفت النتائج فلا بد أن يكون هناك اختلاف في الأسباب يجب البحث فيه ، ولو أدى ذلك إلى هدم أثبت النظريات أساساً ، والواقع أن هناك تجاوزاً في التعبير حين نقول إن النظريات القديمة خطأ ، إذ أنها في الواقع ليست خطأ بل هي صواب في حدود الظواهر التي تفسرها ويحسن أن توصف بأنها ضيقة محدودة بدلاً من وصفها بالخطأ .

والطور الثاني لتقدم العلم هو عهد اليقين الثابت الاستاتيكي وهو ما سنسميه اليقين الرأسي . هذا المذهب يرى أن ما ثبت بالبرهان الواقعي بعد حقيقة لا تتغير أبداً ، ما دامت صحتها قد ثبتت بالتجربة وهو العهد الذهبي للعلم التطبيقي نتجت عنه أكثر الاختراعات التي بهرت الناس



الكتب مستعينا بالأشياء . هذه هي الوسيلة الوحيدة للقضاء على الانفصام العقلي الذي تحدثنا عنه آنفاً .

ويجب على المعلم ألا يلقي طالب العلم شيئاً قبل أن يعلمه الصعوبة التي يراد حلها . وليست العبرة بكثرة الحقائق التي يعرفها الطالب ، وإنما العبرة بقدرته على رؤية المشكلة وتبين وجه حلها . ويجب أن لا يكون ما يتلقاه الطالب فوق قدرته على إدراك عناصر المشكلة . وعلينا أن نعلمه كيف يسأل الأسئلة الصحيحة قبل أن نلقنه الإجابات الصحيحة . هذا الأسلوب في التعاليم يخفق فيه منذ البداية الثقة بالنفس وهي أهم عناصر العلميين .

ومن الخطأ أن نظن أن كثرة المعلومات تفيد الطالب حتى حين تكون فوق مستوى تفكيره فإن ذلك يشبه من يريد أن يملأ فنجاناً من حنفية ماء متدفقة . ومن يفعل ذلك يجد في آخر الأمر أن الفنجان ليس فيه إلا قليل جداً من الماء .

أما الإعداد النفسي فيقوم على تعليم الطالب . أن الدوافع للعلم هي الدوافع في إثبات كفاية أمته . كل هذه من الدوافع غير الصحيحة . وقد يقال إن من كبار العلماء من قام بينهم تناقض شديد على الأسبقية كما حدث في النزاع بين نيوتن وليبنز . هذا قياس مع الفارق لأنني أؤكد أن ما كشف عنه كلا الرجلين لم يكن الدافع له إثبات كفايته أو كفاية أمته .

ومن الإعداد النفسي أن نعلم الطالب كيف يخلع رداء التفكير القديم وأن لا يجعل للمنقول سلطاناً على المعقول . على أنه يجب أن يتعلم كذلك أن حداثة رأي بعينه لا تدل على صوابه وكذلك من الإعداد النفسي أن نعلمهم الجمع بين الشك واليقين وأن الإجابات على تساؤلاته يجب أن تكون مبدأ تساؤلات جديدة ، وأن التفسير الشامل للظواهر

العلمية أمر لا يزال بعيداً وأن باب الاجتهاد لا يزال مفتوحاً . وأن عمله ليس شيئاً حقيراً بل هو لبنة في بناء الصرح العلمي الشاهق . وعليه أن يعلم الفرق بين العلم الحى النابض والعلم الميت . فقد يتشابهان في الحقائق والمعلومات ، ولكن الأول قابل للنمو ، والثاني هامد لا يخرج عن أن يكون مجموعة الحقائق المعروفة . والعلم الحى هو الذى يتخطى حدود ما هو معروف .

ومن الصعب . على المعلمين في الأمم الناهضة أن يدربوا طلبتهم هذا التدريب القاسى الجديد طويل الأمد لأنهم هم أنفسهم لم ينشأوا هذه النشأة الخصبية . وهذا بالطبع لا يعفيهم من القيام بهذا الواجب نحو طلبتهم الذين سيكونون عماد العلم في المستقبل .

وأكبر عامل في الإعداد العقلي والنفسي هو النجاح وقد يستطيع رجل واحد يحقق نجاحاً باهراً أن يخلق جيلاً بأسره يهتدى بهديه ويتبع طريقته وينجح نجاحه . هذا هو سر التفوق الذى نراه في بعض المراكز العلمية العليا نتيجة لوجود رجل ممتاز يتبعه قوم ممتازون .

ومن الإعداد العقلي أن يعنى العلميون بتاريخ علمهم وقديما قال جوته أن تاريخ العلم نفسه . ولا أعنى بذلك تدريس تاريخ العلم تدريساً منظماً فهذه الدراسة لها فوائد أخرى لكننى أعنى أن يعلم الطالب كيف تطور التفكير فيما هو بصدد من بحوث . فهذه هي السبيل الوحيدة لفهم الحق لما لديه من مشا كل .

وقد عيب على المشتغلين بالعلم في البلاد الناهضة أنهم لا يتعاونون وأن البحث الجماعى نادر فيهم والسبب في ذلك واضح فكل منهم يبحث نقطة صغيرة لا تتصل بما قبلها . وفى أغلب الظن أنها لا تتصل بشيء بعدها . ولو أن القائمين بالبحث العلمى تناولوا مشا كل مجهولة يريدون حلها لتعاونوا ولكن كل منهم يسعى جهده أن يفيد من علم غيره .



الثقافة العامة والتفوق العلمي كان أمراً هيناً في الماضي ، ولكن التخصصات الدقيقة جعلت من الصعب الجمع بين الثقافتين . وهذا الأمر من المشاكل العالمية التي لم تحل بعد . واحسب أن المدينة الغربية كانت قوية حين كانت الثقافة تؤدي إلى التخصص ولعل أكبر ضعف فيها في هذا العصر أنها لم تنجح في جعل التفوق العلمي وسيلة إلى الثقافة الممتازة .

وغير البحوث العلمية ما ينشأ من حاجة الباحث إلى خطوات جديدة يتبينها أثناء عمله . أما إذا كان الدافع له مجرد الرغبة في عمل شيء جديد فإن عمله يظل أيتراً غناء فيه . ولا نزاع أن الجامعات هي المكان الوحيد الذي يمكن أن يتم فيه هذا الإعداد العقلي والنفسي ولا بد أن تتغير أساليب التعليم والتعلم فيها حتى تحقق الإعداد الذي يبداه آتياً . ثم إن الحديث عن الأجهزة وعن ما يسمونه الإمكانيات فهو حديث معاد وأكثره اعتذار عما يبدو أنه تقصير . ومن غير المستطاع أن تكون البلاد الناهضة معدة بأحدث الأجهزة اللازمة لكل فرع من فروع العلم ولعل هذا لم يتحقق حتى في أكبر البلاد وأغناها وأقواها ولنذكر دائماً أن النجاح العلمي يصحبه جهد كبير ومال كثير يبذل في محاولات ضخمة يتبين بعد ذلك أنها لم تكن موفقة . وقد لا يكون للأمم الناهضة طاقة بمثل هذا التبذير .

إذا تم إعداد العلميين على هذا النحو فإن رسم السياسة العليا للبحث العلمي يصبح عملاً منتجاً . على أني أعتقد أنه يجب أن تكون الأولوية للموضوعات التي نجد لها من المتفوقين فيها عدداً كافياً ، وقد بينت أن الكفاية العلمية كفاية نوعية وأن إرغام رجل ثبتت كفايته في أمر بعينه على تناول أمر آخر لشدة الحاجة إليه لا يكون عملاً ناجحاً وهذا ما يحملني على القول بأن التخطيط الدقيق لهذا التطور من حياتنا العلمية قد يكون عائلاً للنجاح بدلاً من أن يكون عوناً له .

وعندي أن عدم التعاون نشأ من العناية المسرفة برسائل الدكتوراه التي اعتبرها ، في الطور الذي نمر به حياتنا العلمية ، عقبة في سبيل التقدم لاسيلاً إليه . والعقبة التي تعتبر رسائل الدكتوراه غاية البحث العلمي لا يمكن أن يتحقق معها تقدم صحيح وبحوث الدكتوراه إن لم تكن جزءاً من بحث مشكلة قائمة فهي عمل عقيم وتظل بحوثاً مبعثرة لا يصح بها بناء حياة علمية .

وقد سبق أن بينا أن الطالب يجب أن يعلم كيف يشاهد ثم يدون ثم يقرأ . هذا هو الترتيب الصحيح . أما إذا تعود أن يقرأ ثم يفهم ثم يشاهد . فذلك هو العلم الخطأ وليس الفرق بسيطاً كما يظن أكثر المعلمين والمتعلمين ، والفرق بينهما كالفرق بين وضع الماء في حمض الكبريتيك الذي يؤدي إلى الانفجار وخالط حمض الكبريتيك بالماء الذي يتم في سهولة ويسر .

وكذلك يجب أن يتعلم الطالب عملياً أن العلم الخصب تفاعل متسلسل كما يقولون ، أي أن كل جديد فيه يفتح آفاقاً جديدة تحمل تساؤلات جديدة تتطلب إجابات جديدة . والذين يظنون أنهم يستطيعون أن يجدوا جديداً في العلم باستنتاجات نظرية من عمل غيرهم يخطئون بل يجب أن يصدر موضوع بحثهم عن بحوث لهم سابقة قاموا بها بأنفسهم .

ونستطيع أن نلخص قولنا في الإعداد العقلي والنفسي في كلمة واحدة هي أن المتعلم يجب أن يروض نفسه على فهم لغة الطبيعة ومنطقها ولا يتم ذلك إلا بالتحدث إليها مباشرة . وأجمل ما قيل عن باستير أنه كان يفكر على نسق ما تفكر به الطبيعة .

وليدكر المشتغلون بالعلم أن أحداً من كبار العلماء لا يستطيع أن يبلغ الغاية في عمله دون أن يكون حظه من الثقافة العامة عظيماً . ولا أتصور عالماً كبيراً لا يستطيع التعبير بلغته تعبيراً دقيقاً واضحاً . ولا أتصور عالماً كبيراً يجهل الثقافة الأدبية أو الإنسانية جهلاً شديداً . والجمع بين

# الاعداد العلمى فى مواجهات التحديت الصهيونية

دكتور / سامى منصور

معلق سياسى - جريدة الأهرام

إن الأمة العربية بعد هزيمة يونيو سنة ١٩٦٧ أصبحت فى مواجهة مرحلة حاسمة من تحديات إسرائيل ومعها كل القوى الاستعمارية الطامعة فى الوطن العربى. وهى معركة تؤكد أن ليس للنصر فيها بديل ليس فقط من أجل استعادة كل الأرض المحتلة ولكن دفاعاً عن وجود الأمة العربية ذاته إلا إذا لم تكن تريد لنفسها البقاء.. ويؤكد أن نقطة الانطلاق من هزيمة — لو درست أبعادها بجدية وموضوعية — لكانت طاقتها وقوداً هائلاً لتغضى كل العقبات ، وعمل المستحيل إن كان هناك مستحيلاً أكثر مما لو كانت انطلاقة من انتصار كاذب . وإن أول ما تفرضه هزيمة بحجم أحداث يونيو ١٩٦٧ هو إعادة النظر فى كثير من معالم الصورة بتفاصيلها على امتداد الوطن العربى للتخلص مما فيها من سلبيات ودعم كل ما تحمله من إيجابيات تتطلبها المرحلة نفسها .

وقد يبدو للبعض أن موضوع هذه الدراسة بعيد عن اختصاص هذا الجمع أو هى إضافة شكلية مع أنها جزء أصيل من مهمته ولا أريد القول أنه كان مفروضاً أن تكون هى كل مهمته . ويدعم تصورى أكثر من عامل :

أولاً : أن مناقشة حول إعداد العلميين العرب فى هذه الظروف التى تمر بها الأمة العربية دون أن تمتد إلى دعم مشاركتهم بالفهم والعمل فى معركة التحدى الإسرائيلى هو قصور لا يمكن قبوله لا فى عملية الإعداد للجيل الجديد ولا فى تصور العلميين العرب لدورهم فالمعركة مع إسرائيل هى فى النهاية « معركة علم » . وإسرائيل لم تنتصر بمعجزة ولا إعجاز ، ولكنها استغلت قدراتها العلمية واستفادت من السلبية والثغرات فى العمل العلمى العربى . فالهزيمة التى وقعت بقدر ما هى هزيمة عسكرية فهى هزيمة العلميين العرب لأنهم أكثر من غيرهم يحملون مسئولية العمل وتطويره .

ولكنه أيضاً فى برامج التدريس بالقدر اللازم الذى يتفق وحجم المعركة وعمقها بل وعمرها أيضاً ، وفى حد علمى فإن جامعة واحدة هى التى أنشأت قسماً للدراسات الإسرائيلية ، وحتى هذه الجامعة فإن القسم فيها لم يبدأ سوى هذا العام فقط . وهو تقصير يجب دراسة أسبابه موضوعياً لمعالجتها . فهذه الدراسة لا تقتل أهمية عن العمل لسد الثغرة العلمية الخطيرة فى دور العلم والجامعات فى معركة المصير التى يعيشها العالم العربى لأنها تمتد إلى كثير من المجالات التى لم توضع بعد تحت الميكروسكوب العلمى .

وباختصار فإنه كان مفروضاً أن تنصدر المؤسسات العلمية بكل كوادرها من العلميين — على أوسع نطاق لمفهوم العلم — لقيادة العمل النضالى فى مواجهة الاستعمار الصهيونى وذلك بتعميقه على أسس علمية مع توسيع قاعدته على نطاق جماهير الأمة العربية كلها وفى مقدمتها المتعلمين . وليس ذلك بدعة على التعاليم الجامعى بصفة عامة ولا على العلميين بوجه خاص ، ولا هو يبعد عن مسئولياتهم .

وأمامنا مثالان من العدو رغم أن هدفه استعمارى يتنافى مع كل مبادئ القانون الدولى وحتى تقرير المصير بل وإعلان حقوق الإنسان وذلك بعكس الهدف الذى تسعى إليه الأمة العربية من عدالة القضية وإنسانية الهدف ، فنجد :

— أن الجامعة العبرية تجند كل مؤسساتها العلمية بكوادرها من العلميين لدعم وجودها الاستعمارى على الأرض العربية مع متابعة الدراسة العلمية لكل ما يتعلق بالدول العربية من دراسات إنسانية أو عملية . فهى إلى جانب ما تدرسه عن القوى الاجتماعية ونظم الحكم فى العالم العربى تدرس برامجها العلمية وأعمال العلميين العرب . وقد وضع ذلك على سبيل المثال من اهتمام إسرائيل بجمع ودراسة الأبحاث العلمية العربية التى عرضت على مؤتمر جنيف للتكنولوجيا عام ١٩٦٤ ، لتحديد أبعاد الجهد العلمى العربى

ثانياً : أن أرضاً عربية بمواطنيها هى أسيرة الاحتلال الإسرائيلى ، وتحريرها واجب على كل مواطن عربى مخلص لنفسه ولأمتة . وليس تحرير الأرض بعمل عسكري فقط بل إن العمل العسكرى هو آخر مراحلها ، والمفروض أن كل جندى فى ميدان الحرب خلفه خمسة أشخاص فى مجالات أخرى تعد للمعركة وتخدمها . ومجالات العمل المفتوح لمعركة التحرير خارج إطار العمل العسكرى مجالات متعددة جوهرها ودعامتها العلميون العرب . ودورهم لا يقف عند المساهمة فى البناء بل لا بد أن يمتد إلى دراسة العدو وقدراته وظروفه حتى تتوفر الرؤية العلمية السليمة لحجمه وقوته دون مبالغة التهويل أو التهوين وحتى لا تكون فى الموقف مفاجآت تخرج عن عملية الحساب العربى له .

ثالثاً : إن الهزيمة التى وقعت فرضت حتمية إعادة النظر فى برامج التعليم التى مازالت تحمل بصمات الاستعمار ، أو على الأقل الأجانب الذين وضعوا أول برامج تعليمية . فأصبحت الأمة العربية فى حاجة إلى تعليم له مقومات معينة لا بد من الاتفاق عليها فى إطار من النظرة الموضوعية إلى التراث العربى على الصعيد العام وعلى النطاق الإقليمى مع ضرورة الربط بين العلوم الطبيعية والإنسانية دعمًا لقيمنا الاجتماعية التى تحتاج إليها اليوم أكثر من أى وقت آخر دون أن يغيب عن الأذهان وجود العدو الإسرائيلى الأمريكى فى قلب الوطن العربى ، والحاجة إلى إنسان علمى فى أسلوب عمله وفكره لمواجهة هذا التحدى .

رابعاً : أن المؤسسات التعليمية العربية وعلى وجه التحديد الجامعات قد أغفلت دراسة العدو الإسرائيلى سواء فى العلوم الإنسانية أو الطبيعية مع أن عمر الصدام العلى مع الصهيونية قد تجاوز النصف قرن حتى الآن منذ سرقت الصهيونية وعد بلفور سنة ١٩١٨ فى غفلة من العمل العربى . ولا بد من توضيح أن التقصير هنا ليس فقط فى مجال البحث الأكاديمى



وإذا كانت السياسة الأمريكية تضع الشيوعية ودورها في دائرة العدو الأول للنظام الأمريكي فإن إلقاء نظرة سواء على برامج التعليم أو أبحاث المراكز العلمية توضح أن الدراسات عن العالم الشيوعي فيها لا حصر لها .

والأمثلة كثيرة باختلاف المكان والزمان كلها تؤكد أن الدول تستمد كوادرها العلمية في مهمتين هما تطوير العمل بها وسرعة تقدمه إلى جانب إعداد الأجيال الجديدة في إطار اجتماعي يضمن استمرار العمل وتطوره . وأنه لم يعد ممكناً لدول أن تتقدم في غياب العلم بمفهومه العريض . ولا بعدم ارتباط العالمين بالمناخ الاجتماعي العام لا متهم . فالعلميون في الدول النامية يحملون مسؤولية أكبر من زملاء لهم في الدول المتقدمة حيث يمكن في الدول المتقدمة أن يعمل بعضهم أو كثير منهم في أبحاث علمية حرة من قيد الإطار الاجتماعي العام نظراً لاستوى التقدم الذي تحقق بالفعل بعكس الدول المتخلفة التي ما زال أغلبها تحت مستوى الواجب أن تبلغه . وتبرز من هنا ضرورة العمل في نطاق من الأولويات ، وذلك لا يتعارض مع حرية البحث العلمي ولكنه توجيه له وإلا كان استثمار هذه الدول على إعداد البشر من العلماء هو نوع من الاتفاق الضائع بلا عائد على الشعب صاحب المصلحة . هذا إلى جانب أن حرية البحث يجب أن تكون في إطار تخطيط شامل لاحتياجات المجتمع في كل مرحلة . ورفع شعار حرية البحث العلمي هو نوع من التحريف للمفهوم الاجتماعي للحرية دون النظر إلى الإطار العام للدولة ومستوى المعيشة فيها والمشاكل التي تواجه جماهيرها وخاصة في مثل ما نواجه من معركة مصيرية .

وإن إلقاء نظرة على المالم العربي في ضوء ذلك يكشف عن الكثير من التصور في مجالات متعددة وإن كنت سوف أحصر الحديث على معركة المصير مع الاستعمار الصهيوني ومجرد النظرة العابرة تكشف لنا عن أمثلة لهذا

نجد أن الدول العربية وقفت عند حد قراءة هذه الأبحاث إن كان ذلك قد حدث أيضاً على الأقل من الجميع . وحتى دراسة مثل هذه الأبحاث ليس كافياً لعدم تغطيتها كل المجالات ولكنها مجرد مثال يوضح ضرورة العمل في إطار تخطيط شامل للاحتياجات والمتطلبات القومية اللازمة من الأبحاث العلمية مع القدرة والرغبة في تنفيذها مع وضع المتاجرات والأهواء جانباً .

أكثر من هذا أن هيئة اليونسكو في اجتماعها بجنيف سنة ١٩٦٠ بعد أن درست خطط التنمية في الدول النامية كتبت عن خطة الدول العربية في التقرير العام « أنها نموذج يجب الاحتذاء به في كل الدول النامية » والأمر الذي يعينني في هذا البحث أن إسرائيل كانت عضواً في لجنة الثلاثين التي ناقشت الخطط المعروضة وبينها العربية وأنها استجابت لتوجيه اليونسكو وبالفعل سارعت بإعادة تنظيم الجهاز العلمي عندها بينما تهثرت أنشطتها العربية — حتى رغم غياب إسرائيل عن معالمها — على طريق التنفيذ . ويعني ذلك ضرورة تفهم تكامل العمل السياسي والعلمي حتى يتحقق قدر كبير من الاستقرار للتنظيمات العلمية في العالم العربي بحيث تفرز متخصصين في كل مجالات النشاط الإسرائيلي وليس سراً أن لدى إسرائيل متخصصين في جيولوجيا العالم العربي وبتروله مثلاً بل وفي كل المجالات خدمة لمركبة دعم وجودها الاستعماري وتوسيع دائرته على حساب الوطن العربي .

— إن الجامعات الأمريكية رغم أنها ليست مؤسسات حكومية إلا أنها كانت ولا زالت في خدمة العمل الأمريكي في فيتنام رغم عدم شرعية الحرب الأمريكية هناك . فالمعامل الجامعية الأمريكية مثلاً هي التي طورت الأسلحة الكيميائية المحرمة دولياً . وتستخدمها القوات الأمريكية في فيتنام . والعلميون الأمريكيون هم الذين يخدمون الوجود الاستعماري الأمريكي في العالم كله .

من توفر دراسات علمية تحقق لهذه الدول العربية القدرة على « فك » المنشآت الصناعية وإعادة تركيبها في مناطق أخرى بسهولة وكان أمام هذه الدول تجربة واقعية في فيتنام الشمالية التي لم يحاول أحد أن يدرسها إلا بعد الهزيمة بوقت طويل نسبياً وبعد أن كان كثير من الخسائر قد وقع بالفعل .

( د ) إن مدن الدول العربية لا تحمل أى ظاهرة على أنها قد أعدت لمواجهة بدأت سنة ١٩٤٨ واستمرت حتى اليوم ، فلا المباني قد توفرت بها الخبايا ولا الأحياء قد شيدت بها مخابىء وخاصة وأن السياسات المعلنة للحكومات تؤكد أنها تستعد للحرب التي وقعت بالفعل ثلاث مرات حتى الآن ، ومع ذلك فلم يتغير شيء ، وعلى الجانب الآخر نجد العدو قد أعد نفسه للحرب بتوفير الخبايا على مسافات محددة بنسبة وجود السكان في الحى حتى يضمن أقل خسائر ممكنة في الغارات التي قد تتعرض لها مدنه . مع أنها لم تتعرض لخطر حقيقى إلا من العمل الفدائى منذ انتهت حرب ١٩٤٨ بوقت إطلاق النار . والغريب أن ديلسبس مثلاً حين شق قناة السويس في القرن الماضى وضع تخطيط مباني الشركة على أساس وجود مخزن ومخبات تحت كل بناء تقديراً منه لجوية الموقع .

( و ) بروز قصور في مجالات متعددة عامية أصبح ضرورياً أن تنال قدراً كبيراً من الجهد والدعم من الدول العربية سواء على المستوى الإقليمى ، أو القومى مثل الألكترونيات . بكل مجالاتها المختلفة ( مثل الرادار — الليزر — الآلات الحاسبة ) والطاقة الذرية بكافة فروعها ، وهى مجالات لا تتطلبها معركة المصير فحسب ، ولكنها ضرورة لتقدم العالم العربى وتطوره . ولا بد أن تكون في خلفية الفكرة لأى خطة عمل عامي للوجود الاستعماري الصهيونى على الأرض العربية وجهوده لدعم هذا الوجود الصناعى .

القصور والتقصور أسجل بعضاً منها على سبيل المثال وليس الحصر بجانب ما سبق أن أشرت إليه من عدم دراسة العدو ومخططاته وهى :

( أ ) إن دراسة شاملة عن جيولوجيا العالم العربى غير متوفرة وقد احتاجت منظمات العمل الفدائى إلى دراسة للأرض لبحث إمكانية عمل أنفاق تحت الأرض مثل أنفاق جبهة التحرير الفيتنامية . وقد اضطرت المنظمات إلى استدعاء بعض الشباب الفلسطينيين من جامعاته بالعالم للقيام بهذه الدراسة التي كان مفروضاً أن تكون في متناول اليد لأرض نعيش عليها عبر قرون من الزمن ، وأجيال من العاميين تتابع .

( ب ) أن شبكة الطرق التي أقيمت والتي أعدت خطة شتمها على رقعة العالم العربى وخصوصاً الدول المحيطة بإسرائيل قد غفلت تماماً عن وجود إسرائيل دون أى استراتيجية هندسية تحول دون وصول العدو إلى أى عاصمة لهذه الدول في وقت قصير بعكس ما نجده في إسرائيل نفسها حيث شبكة الطرق تكاد تكون واحدة من خطوط الدفاع من جانب أنها لا توصل مباشرة إلى قلب إسرائيل بل تعرقل أى تقدم ، وذلك كسباً للوقت .

( ج ) الافتقار إلى العمق الاستراتيجى في مواجهة العدو ، وأوضح مثال على ذلك توطن الصناعة حيث نجد كثيراً من الثروة العربية للدول المحيطة بإسرائيل تركت على قرب من خطوط القتال أو خلفها مباشرة مما جعلها صيداً سهلاً في متناول إسرائيل كلما أرادت توجيه ضربة إنتقامية فادحة الثمن ، مع أنه كان لا بد من توزيع هذه المنشآت على أكثر من موقع بعيداً عن خلفية خطوط القتال حتى ولو كان ذلك يتعارض مع بعض قواعد الاقتصاد لأن الأمن هنا يصبح له الأفضلية على مسألة الأفضلية على مسألة الاقتصاد ، أو على الأقل كان لا بد



واعتقد أن السبب لا يخرج عن عاملين رئيسيين هما المناخ العام الذى يتحرك فيه العمل العلمى إلى جانب النمط الاجتماعى لشخصية الإنسان العربى .

وأعتقد أن السبب لا يخرج عن عاملين رئيسيين هما المناخ العام والنمط الاجتماعى للشخصية العربية. أما عن المناخ العام فإنه كان — ولا أريد القول إنه ما زال — ينتقل إلى ما يدفع بالعمل العلمى العربى إلى مستوى المسئولية لمرحلة خطيرة من تاريخ الأمة العربية ، ولعل ذلك يعود إلى :

— أن فكرة قد ترسبت فى النفوس خطأ بأن إسرائيل من اختصاص أجهزة الأمن . وترتب على ذلك نوع من الخوف من الاقتراب من هذا الموضوع بحكم الخوف التقليدى من أجهزة الأمن — الخبايا بالتحديد — وخاصة وأن مصادر البحث من مطبوعات عن العدو ممنوع أغابها من الدخول إلى العالم العربى والحصول عليها يعرض البعض إلى كثير من المتاعب . والحجر على ما يتعلق بإسرائيل من معلومات لا يمكن تفسيره إلا بالرغبة فى إخفاء الحقائق عن الجماهير العربية التى خدعت طوال السنوات الماضية فى كثير مما يقال لها عن إسرائيل والصهيونية ، لأن معرفة كل شيء عن العدو لا يهدد الأمن العربى الداخلى بل العكس هو الصحيح إلا إذا كان المقصود بالأمن القومى هو من حكومة أو أخرى فى السلطة .

— ديمقراطية التعبير بكل ما يصاحب فهم ذلك من شوائب معروفة لدى الجميع — تحتاج إلى إيمان سواء من الجماهير أو السلطة بأن الديمقراطية أو حرية التعبير ليست مجرد لافتات وشعارات ولكنها أسلوب ومنهج ؛ وفى ظل الاختناق لا يمكن أن يتقدم العلم أو تبرز القدرات على الخلق العلمى. والمؤكد أن كل طرف يستخدم الشعارات ضد الآخر تهرباً من المسئولية ، وليس قرباً منها ولا بد من حسم ذلك بالمناقشة المفتوحة لتحديد حرية البحث العلمى فى إطار من

وأمامنا مثال لسرقة جواسيس إسرائيل لتصميمات محركات الطائرات الميراج من سويسرا لدعم صناعة الطائرات النفاثة فى إسرائيل وتوفير قطع الغيار لها ، وليس مطلوباً من العلماء العرب سرقة تصميمات ولكن الضرورى هو دعم الجهد العلمى فى هذه المجالات ، وليس التفكير فى إغلاق قسم هندسة الطيران ، أو قسم من أقسام البحث الذرى مثلاً .

والأمر البالغ الخطورة أن هذه الأمثلة جميعاً قد ارتبطت أخيراً ، وخاصة بعد هزيمة يونيو سنة ١٩٦٨ بظاهرة هجرة الشباب العربى وخاصة من المتخصصين العلميين ، مما يستدعى إعادة النظر ليس بهدف تحريم الهجرة ، ولكن بحل المشاكل التى تواجه هذه العناصر التى تمثل خلاصة الفكر العربى . ويمكن أن يوضع فى هدف المعالجة أن تكون الهجرة فى إطار العالم العربى نفسه . والمعروف أن أحد صور الحرب الحديثة هى استنزاف العقول البشرية العلمية بسرقتها . وتقود هذه السرقة فيما بعد الحرب العالمية الثانية حتى هذه اللحظة الولايات المتحدة التى تعتبر الحليف الأولى والأخير للصهيونية وإسرائيل والمعروف لديكم جميعاً أن الولايات المتحدة قد رفعت لأول مرة قيود الهجرة من العالم العربى إليها بعد هزيمة يونيو مما يستحيل معه تخيل عدم وجود علاقة بين معركة المصير العربية وعملية سرقة العقول العلمية العربية إلى الولايات المتحدة . ونؤكد أن وجود كيان علمى عربى متكامل على المستوى القومى هو الوسيلة الناجحة لتشجيع العلميين العرب المهاجرين للعودة والمشاركة فى المعركة التى يجب أن تكون طليعتها من العلميين العرب فى كل المجالات .

ويطرح ذلك سؤالاً حول هل بقيت إسرائيل والصهيونية على هامش العمل العلمى العربى ... ؟



مسألة الحريات عامة والأسلوب الديمقراطي على وجه خاص .

— عدم الاستقرار فى الأجهزة العلمية وتعرضها لكثير من التغيرات والتطهيرات انعكاساً لأوضاع داخلية غير مستقرة كان صعباً أحياناً الفصل فيها بين العمل السياسى وضرورة استقرار المؤسسات العلمية مما ساعد على تأكيد وجود شخصية « الخوجة » وليس العالم .

— تصور خاطئ بأن عدم الاعتراف السياسى بإسرائيل يعنى تجاهل وجودها . فشطبها من الخرائط . أو تسميتها « بإسرائيل المزعومة » لا يعنى إطلاقاً أنه ليس على أرض فلسطين استعمار صهيونى اغتصب جزء من الأرض العربية . والذى يؤكد هذا الإسقاط للموقف السياسى على العمل العلمى أن معظم الدراسات والأبحاث القليلة التى عاجلت القضية دارت حول قانونية الحق العربى وأغفلت الجانب الآخر ، وهو نوعية العدو المغتصب لهذا الحق . فكان العرب فى حاجة إلى الاقتناع بحقهم المغتصب ولا يمكن الإدعاء بأنها كانت الرأى العام العالمى وليس العربى لأنها فى الأغلب باللغة العربية .

— طابع مركزية السلطة فى العالم العربى بحكم تراث تاريخى طويل وإن اختلف فى تفاصيله إلا أنه فى خطوطه العامة يتفق ودعم مركزية السلطة . وأبرز ما ترتب على ذلك فى نطاق موضوعنا هو أن المؤسسات العلمية لم تأخذ المبادرة بالبحث فى المسائل الصهيونية ، والإسرائيلية ، وتدريسها بالشكل الذى يتفق وحجمها لأن السلطة لم تطلب ذلك والعاده المتبعة أن كل شئ لا بد أن يتم من أعلى إلى أسفل ، وذلك يضيف عبئاً آخر من البيروقراطية التى تنجح فى تشويه المطلوب خلال عملية انتقاله حتى يصل إلى الجماهير .

— التعود على عدم الاعتماد على العلم حتى إن قامت به المؤسسات العلمية بالفعل وهو ضئيل لم يصل إلى الأجهزة التنفيذية نتيجة الحلقة المفقودة بين الاثنين وعدم إيجاد قنوات اتصال مفتوحة باستمرار بين البحث العلمى ومراكزه من جانب آخر بالأخذ والعطاء بحيث تسمح للعلميين بالابتكار وللأجهزة بالتنفيذ . وهى فى الحقيقة مسئولية الأجهزة التنفيذية قبل أن تكون مسئولية المؤسسات العلمية والعلميين . ونتيجة لعدم الاحترام الكافى للعلم والبحث أن هناك سوء استخدام لمسألة الدراسات الإسرائيلية فتحولت إلى مجرد وسيلة للمتاجرة السياسية أو لكسب ماذى أو للوصول لمنصب جديد مما أفقد البحث العلمى فى المسائل الإسرائيلية هيئته . وكان ذلك عامل مساعد فى نفور البعض الجاد عن اقتحام هذا المجال لما فيه من هزل وشكليات لا تجذب الباحث بقدر ما تشد الطامع فى المنصب أو الشهرة على حساب أكثر قضايا الأمة العربية خطراً على أمنها ومستقبلها .

هذه بعض المعالم التى توضح ما قصدت إلى تحديده عن المناخ العام ويبقى بعد ذلك الانتقال إلى مسألة النمط الاجتماعى للشخصية . ولا بد من تحفظ فيما يتعلق بهذه النقطة : إننى سوف أقصر الملاحظات على الجوانب السالبة فقط لأنها ما يهمنى هنا دائماً للعمل السريع من خلال عمالية إعداد العلميين على التخلص منها وتحويلها إلى إيجابيات تضاف إلى رصيد الدفع البناء فى الشخصية العربية وهو كبير . ويؤكد أن السابيات الموجودة هى وليدة المناخ العام بالإضافة إلى عوامل وراثية من تخارب الجماهير عبر رحلة التاريخ . كل ذلك يقف من التعاليم — الواجب تغيير مضامينه اليوم — فى دعم استمرار هذه السابيات . وهذه بعض الخطوط التى توضح ولو جانب من الصورة .

— أن تأثير الثقافات الأجنبية على النمط الاجتماعى للشخصية فى العالم العربى وخاصة المتعلمين لا يمكن إنكاره بحكم ضل فترة الاستعمار وتنوعه . والغريب أنه لم تتم عملية

تقييم لهذه المؤثرات وما إذا كان بعضها لا يتفق مع الشخصية العربية أم لا بل على العكس تركت حتى اليوم مؤسسات تعليمية للدولة الاستعمارية تعمل في العالم العربي ، وتساهم في تشكيل أنماط اجتماعية لشخصية تختلف في كثير من معالمها عن النمط العام والخطير في ذلك أن هذه الأنماط تصبح معزولة عن مجتمعاتها متطالعة إلى غيره بعد أن تشكلت في «قوالب» . والمدارس الأجنبية في العالم العربي كثيرة تصل في قمتها إلى ثلاثة جامعات أمريكية — في حدود عامي — بثلاث دول عربية وضعت واحدة تحت الحراسة والأخرى صودرت أملاكها في عام ١٩٦٨ فقط مع أن عمر إحداها يكاد يصل إلى نصف قرن . ولا زالت جميعها حتى هذه اللحظة تقوم بدورها وكأن مشكلاتها كانت في ممتلكاتها وليست في نشاطها الثقافي والتعليمي تاركة خلفها صورة من صور المراهقة الفكرية المثلثة في الولوج بالثقافة الأمريكية دون إدراك أصلاتها بالمجتمع العربي وهدفها فيه . ويكفي دليلاً على خطر هذه «القوالب» الفكرية المناقشات التي دارت بعد الهزيمة وتحولت إلى صدامات «قوالب» وكأن الأرض العربية ليست هي الهدف الشاغل حتى بعد الهزيمة وبكل ما تركته من جراح .

وقد يقال إن ما أقرته هذه المؤسسات أقلية وهو قول صحيح إلا أنها أقلية تشغل المراكز الرئيسية في كثير من الدول العربية وتملك قدرة العمل بما يفوق قدرات الأغلبية ، إلى جانب ما تقوم به هذه المؤسسات من مراقبة وحصر تحت عنوان البحث العلمي ويساعدها على ذلك الغفلة عن دورها وانتشار قواعدها على مراكز العمل بتسعيه .

— طابع الفردية السائد وتفضيله العمل الجماعي وحقيقة أن الفردية ليست وليدة «أنانية» بقدر ما هي تعبير مبالغ عن «تأكيذ الذات» نتيجة انعدام الأمن الخاص أو القدرة على مواجهة الموقف .

ويؤكد هذه الحقيقة الاتجاه نحو إبراز صفات خاصة وتعميمها في «مطلقات» مبالغ في حجمها . وهذه النقطة بالذات قد نالت الكثير من الدراسة وتعليق علماء الاجتماع العرب ولا تحتاج إلى مزيد من الشرح والتوضيح .

— انتشار ظاهرة «عدم الانتماء» بصورة تكاد تصبح مرضاً آخر من أمراض مجتمعاتنا . وهي نتيجة الشعور ببشاعة الوضع الاقتصادي في مواجهة غنى الطبقات الحاكمة وفي نفس الوقت يرتبط ذلك بعجز الجماهير عن تغيير مقدرتها في مواجهة تركيز السلطة في يد الأجهزة ، ويضاف ذلك إلى تأثير المؤسسات التعليمية الأجنبية مما يخلق شعوراً بعدم الانتماء إلى ما يجري . ولا يترتب على ذلك نوع من السلبية فقط ، ولكنه يترك أيضاً قدراً من تقييد القدرات الخلاقية عن المشاركة في تطوير البناء القائم أو على الأقل يزيد من حجم البيروقراطية .

— نتيجة تراث طويل من خبرات الجماهير مع الحكم تولدت ظاهرة المسيرة أو سطحية المعالجة للمواقف وأكثر مظاهرها حدة في اعتقادي هي مسألة الاكتفاء بالكلمة دون العمل حتى أصبح البعض يتصور أن مهمته قد انتهت بإعلان الرأي ، مع أن إعلان الرأي فقط لا يغير ماهو قائم . صحيح أنه يرجح صاحبه ، وأنه نوع من تكوين الرأي العام ، ولكنه يحتاج إلى عمل يلاحقه ، وخصوصاً وأن الكلمة تقال عادة في الأركان المظلمة وبالتالي فهي تفتقد حتى إلى المشاركة في تشكيل رأي عام . . وأحاديث الظلام لا تصنع مستقبل الشعوب ولكنها لا تتجاوز نطاق الغضب . ولا بد حقيقة للجماهير العربية أن تتجاوز مرحلة همهمات الظلام وأحاديث المقاهي والنكتة الساخرة إلى المشاركة في العمل وإعادة البناء . وهي مؤكدة أن تستطيع ذلك دون قيادات ومؤسسات جماهيرية تجسد الكلمة في عمل جماعي وتبلور الرأي في أسلوب تنفيذي بدلاً من



العربية فى أشد الحاجة إلى العاميين المرتبطين بقضايا أمتهم ، ومصيرها والذين يتم إعدادهم لذلك دون مساس بحرية البحث العلمى لأنها ليست حرية مطلقة فى فراغ .

ولا بد أن يكون ضمن أهداف برامج التعليم سواء العام أو الجامعى تربية عادات فكرية جديدة وبنهج علمى فى السلوك اليومى إلى جانب دعم الروح الجماعية عملاً ، وليست على الورق ، أو فى الخطب . وهذا كله لا يحتاج إلى برنامج فقط ولكن إلى متابعة تنفيذ جادة حتى لا تدخل العملية فى الدائرة المفرغة وتضاف إلى رصيد الشكليات .

ولست أريد أن أدخل فى تفاصيل الإعداد العلمى فى مرحلة المواجهة أثر هزيمة يونيو عام ١٩٦٧ ، فإن ذلك من اختصاص غيرى وهم أقدر عليه علماً وعملاً ولكنى أسجل فقط حقيقة لا تغيب إسرائيل عن أذهان الجالسين لتخطيط الإعداد العلمى للجيل الذى يحمل مسئولية تحرير الأرض المحتلة من الاستعمار الصهيونى .

### ثانياً - الجهد المباشر للمعركة :

إن أهم ما تتطلبه المعركة هو فهم العدو وإعداد النفس لمواجهة ولذا أقترح :

١ — إنشاء مركز علمى مركزى بمعنى أن يكون على مستوى الأمة العربية تتبعه مراكز بحث متخصصة فى الدول العربية تتحدد مهمته فى :

— أن يعرف كل شىء علمياً عن إسرائيل والصهيونية . وهى مسألة ليست صعبة فى عصر ضاقت فيه حجوم السرية .

— أن تقترح خطط مجابهة علمية على ضوء ما لديه من معلومات يجمعها فى كل فروع العلم وتخصصاته بشرط

الإنفعال البعيد عن الأفعال . وظاهرة السطحية ، والاهتمام بالشكل أكثر من المضمون تبدو واضحة فى المؤسسات العلمية التى شغلت بالدرجات أكثر من الأبحاث وبالأقسام أكثر من البرامج ومضمونها فى وقت تواجه فيه عدواً يجيد العمل ويعرف توقيت وقيمة الكلمة ويدرك أننا نحاربها بالشعارات .

وإن كان ذلك كله يعطى بعض التفسير لظاهرة بقاء إسرائيل والصهيونية على هامش العمل العلمى العربى . فإن معظم ما فى الصورة من سلبيات حتى ما كان منه يبدو عسير الحل قد هيات له الهزيمة العسكرية — يونيو ١٩٦٧ فرصة حقيقية للحل إذا ما أحسن تقديره موضوعياً . فالهزيمة تتيح كل فرص إعادة البناء ، وبحكم ما تحمله من شحنة الرفض لنتائجها فهى تمثل قوة دافعة لا حدود لها لو خاضت النوايا نحو توجيهها إلى الهدف المنشود لجاهيرها .

وأمامنا طريقتان لا بد من طرقيهما معاً أحدهما يمثل خطة عمل طويلة المدى والآخر يمثل خطة مواجهة للموقف ما بقى العدو على أرض عربية .

### أولاً - الجيل الجديد تحت الإعداد :

إن خطة مواجهة الموقف الحالى تحتاج إلى إنسان عربى قادر على الوفاء بالتزاماتها وتجاوز كل ما فيها من عقبات . وبالتالى فإن عملية إعداد العاميين لا يجب أن تتم فى غياب إدراك شامل يثقل مسئوليات المرحلة التى قد تطول وهذا يحتاج إلى إعادة النظر فى كثير من مضامين البرامج التعليمية بحيث تضع فى اعتبارها المضمون الاجتماعى الذى نتحرك من خلاله . فليس للعلم من قيمة إذا لم يكن فى خدمة القضايا القومية وخاصة فى الدول النامية مثل دولنا العربية . فما هى قيمة أى عمل أو مشروع إذا ما دمره العدو بقنابله أو استولى عليه ضمن خطة توسعه ؟ ويؤكد ذلك أن الأمة



أن تكون له المبادرة ؛ ولا تنف عند حذر الفعل بمعنى أن يكون في خلفية عمله الفكرى حتمية تجاوز المستوى العلمى للعدو وهو ليس بمستحيل .

— أن يشترك فى وضع ومتابعة برامج التعليم المتعلقة بالعدو حتى تبقى برامج علمية وليست دعائية .

— أن يعمل على إعداد المتخصصين فى شئون العدو فى كل مجالات التخصص على أعلى مستوى علمى .

— أن يعطى صلاحيات النصيح والتوجه لأجهزة الإعلام فى تحريكها خلال المسائل المتعلقة بالجبهة مع العدو الإسرائيلى . وهى ليست وصاية ولكنها صلاحيات من خلال قدرته العلمية على امتلاك أكبر قدر ممكن من المعلومات عن العدو .

٢ — إيجاد مجلة علمية متخصصة تعالج كل ما يتعلق بإسرائيل والصهيونية بموضوعية بحتة حتى ولو حصر توزيعها فى دوائر علمية محدودة ، بشرط ألا تنحصر فى دوائر السلطة فقط .

٣ — تسهيل دخول الكتب والمجلات الأجنبية التى تعالج شئون العدو ومخططاته لأن الباحث علمياً يجب أن يرى صورة إسرائيل كما ترسمها الأجهزة الإسرائيلىة ، والصهيونية ، وليست بمنظار ما تريده الأجهزة العربية .

٤ — أن تصبح إسرائيل مادة أساسية لتعليم كل الطلبة فى المدارس والجامعات بشرط أن تكون مادة علمية مخططة وليست دعائية .

٥ — توسيع دائرة تعليم اللغة العبرية لتسد الحاجة إليها . ويكفى أن نعرف أن حوالى ثلث سكان إسرائيل يتحدثون العربية بلهجاتها وتستخدمهم إسرائيل عادة وقت الحرب فى الإعلام والمواصلات الاسلوكية المضادة .

٦ — إرسال عدد من البعثات لدول العالم للتخصص فى المسائل اليهودية والإسرائيلىة والصهيونية وسوف نجد مثلاً فى ألمانيا الشرقية أو الغربية أكبر مجموعة وثائق فى العالم عن الصهيونية .

وضرورة إرسال بعثات علمية لدراسة التجارب التى تفيد الأمة العربية فى معركتها مثل التجربة الفيتنامية فى مواجهة الحرب الأمريكية سواء فى استمرارية البناء الصناعى أو فى استراتيجية العمل الحربى .

٧ — وضع صيغة محددة لتنسيق العمل وإيجاد قنوات اتصال مفتوحة بين الأجهزة التنفيذية والمؤسسات العلمية . صحيح أننا فى حاجة إلى ذلك فى كل المجالات ، ولكنى أحصر إشارتى إلى ما يتعلق بإسرائيل على وجه خاص .

## الإعداد العامي للطلاب في المرحلة الجامعية

### نظم التعليم الهندسي وتطور مناهجه في العصر الحديث للدكتور المهندس / احمد على العريان

الهندسة هي الحلقة التي تربط بين العلم وحياتنا اليومية اقتصادية كانت أو اجتماعية ، فهي المهنة التي تدرس العلوم الرياضية والطبيعية المكتسبة بالدراسة والتجربة والخبرة ، ثم تطبقها بحكمة كفاءة للوصول إلى أفضل السبل لتسخير المواد والقوى الطبيعية في خدمة الإنسان ورفاهيته . وتقوم الهندسة على دعامين هما العلم ثم الخبرة العملية والتدريب الفني ، فالعلم يبحث عن ماهية الشيء وسبب عمله مستخدماً في ذلك العلاقات الرياضية ، والدراسات الفيزيائية والكيميائية المتقدمة والتجارب ذات المستوى العلمي العالي ثم يطبقها على التصميمات الهندسية بتفكير استقلالي خلاق ، أما الخبرة العملية والتدريب الفني فيفيدان في معرفة كيفية عمل الشيء ويكفي لذلك الفهم والتجربة والمران . وبالرغم من أن المسكان الطبيعي لاكتساب الخبرة الفنية هو المؤسسات الصناعية ذاتها ، إلا أنه قد حان الوقت لكي تحمل كليات الهندسة هذا العبء أيضاً لتوفر للطلاب خلال السنوات المبكرة لدراسته وعياً تاماً بالمشروعات الهندسية الصناعية والعمرانية الهامة .

وينبغي أساس التعليم الهندسي الجامعي على تنمية آفاق الطالب الفكرية والفنية حتى يصبح قادراً على التفكير الاستقلالي والعمل الخلاق فيما يواجهه من أعمال هندسية مختلفة . ويخلق التعليم الهندسي فيه عادات عقلية وأخرى عاطفية ، فهو ينمي فينا دقة الملاحظة وشمولها كما يخلق فينا عادة الربط السليم بين أجزاء الكل الواحد ، وعادة التذكر والتركيز في الناحية العملية كما يخلق فينا عادة العدالة في الحكم واتزان العواطف والاستقرار في الميول واحتمال وجهات نظر الآخرين ، واحترام العلاقة بين الفرد والجماعة وسائر الجماعات :

والتعليم الهندسى الناجح هو الذى يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالخبرات الصناعية والإنشائية والعمرانية وبالبحوث العلمية والتطبيقية فيتطور بتطورها ويتقدم بتقدمها ، وهو الذى يعطى المهندس الثقة بالنفس والقدرة على التفكير الاستقلالى والعمل الهندسى المبتكر ، كما أنه يرتبط بمسئوليات محددة تجاه المجتمع والمهنة والفرد . فيلتزم أمام المجتمع بتوجيه مجموعة من الشباب فى فترة هامة من حياتهم لكي يصبحوا جنوداً عاملين فى خدمة مجتمعهم قادرين على إسماعده وتوفير احتياجاته من خدمات هندسية متنوعة ، كما يعمل على إمداد المهنة بمهندسين أكفاء قادرين على القيام بالأعمال الهندسية المسندة إليهم تحت إشراف آخرين ، وراغبين فى تطوير أنفسهم ورفع مستواهم العلمى ليصبحوا صالحين للقيام بأعباء وأعمال متزايدة المسؤولية . ويهدف التعليم الهندسى إلى تمكين الفرد من إتمام مواهبه الذاتية وإمكانياته الذهنية وإعداده وإمداده بالمعلومات والخبرة والفهم بحيث يتمكن من استغلال طاقاته فى مجالات الهندسة عند التخرج ويصبح قادراً على ما يأتى :

— القيام بعمل التصميمات الهندسية مستخدماً أفضل الحلول وأحدثها .

— القيام بربط العمليات الهندسية ببعضها بحيث تعطى أكفاً وأجود النتائج .

— مواجهة الجديد من المشاكل الهندسية المتغيرة بتغير العصر وتطور متطلباته والقيام بعمل حلول ناجحة لتلك المشاكل .

— خالق تصميمات ومواد هندسية جديدة بهدف تحسين الجودة ، وزيادة الدقة والسرعة وتخفيض نفقات الإنتاج .

— تحمل المسؤولية بثقة تامة مهما كبر العمل أو عظمت أهميته ، سواء عند التخطيط والتصميم أو عند التنفيذ .

ويرتبط التعليم الهندسى للمؤمر بمسئوليات وأهداف محددة تجاه الفرد ، بإعداده ليستطيع مسايرة عصر سريع التغير مستمر التطور وذلك بحثه على مواصلة الدراسة للملاحقة الحقائق العلمية الجديدة وطرق البحث الحديثة وقواعد العلوم المكتشفة يوماً بعد يوم . ويقوم بمساعدة الطالب ليصبح مطلعاً على الاحتياجات المتزايدة والمطالب المتغيرة للجنس البشرى ، وقادراً على ربط عالم العلوم بعالم الإنسان بتسخير الأول فى خدمة الثانى . كما يعمل على إتمام روح الإيمان بأن التعليم هو مسؤولية ذاتية بالدرجة الأولى يقع عبؤها على الطالب بوجوب استمراره فى التعلم طول فترة مزاولته لعمله الهندسى . كما أن التعليم الهندسى الكفء ينجح فى نهاية الأمر فى تشجيع الفرد على توسيع أفق معرفته وتمكينه من استخدام



الطرق التسلسلية الهندسية والتفكير الهندسى المنطقى فى حل ما قد يعترضه من مشا كل الحياة والمجتمع والمهنة .

ومن هنا لا ندهش إذا كانت مهمة إعداد الشباب لمهنة هندسية تبهظ كاهل معاهدنا التعليمية بطرق معقدة شتى ، إذ أن تعدد الحاجات والرغبات والإمكانيات من الناحيتين التعليمية والمهنية من السعة بمكان بحيث لا يفى بها نمط واحد مما ينبغى أن يكون عليه التعليم الهندسى . إن الأمر يتطلب إعادة تقييم منهاج التعليم لإعداد الرواد فى مهنة فنية ، ابتداء من المرحلة الثانوية حتى درجة الدكتوراه . وينبغى أن يجرى هذا التقييم فى نفس الوقت فى معاهدنا التعليمية وفى الصناعة وفى الميادين الحكومية ، كما يتعين على الكليات الجامعية على أن تعمل على إيجاد طرق لتحرير تقاليد مذاهب المناهج من عبء الماضى الذى أورثنا نظاماً مقفلاً للتخصصات الهندسية يقيم العوائق السكار فى وجه انتقال المثل الجديدة من العالم إلى المهندس إلى الصناعة .

إن التعليم والمناهج والإمكانيات الهندسية فى تخصصات كثيرة أصبحت بالية وغير ملائمة لمطالبات العصر واحتياجاته ، فهمى كثيراً ما تكون أسيرة ماضى سحيق على نحو يعوق التقدم ، مما يلقى علينا عبء تحقيق مهام متعددة ، بتزويد المهندسين بأحدث وأعمق تفهم للهيكل العام للعلوم ، وبتزويدهم بما يمكنهم من التعلم من جديد كلما اتجه المجتمع نحو الأمام ، وبتأهيلهم شيئاً من فن اتخاذ القرارات المعقدة اللازمة لتسخير قوى العلم لتصميم وبناء العديد من التطبيقات الجديدة والآلات المعقدة التى لا تزال طبيعتها مجهولة فى الوقت الذى يدرسون فيه ، وأخيراً علينا أن ننمى قدرتهم على الإسهام فى المؤثرات الحضارية للمجتمع والعمل على رفاهيته .

وهناك وسيلة واحدة تتمكن بها مدرسة هندسية من إتاحة تعليم قادر على نقل الأفكار التى يقترحها والكشف عنها للعلماء ليطوروها ويوسعوها ويوصلوها إلى المستوى الذى يمكن عنده استغلالها لفائدة الإنسان ، غير أن هذه الطريقة متشعبة فروعها أولاً ارتباط وثيق بين السكلية والطلبة فى البحث ، وثانياً منهاج قوى للتعليم وتدریس النظريات العامة المتممة للطلبة الجامعيين ، وثالثاً كلية هندسية متحمسة لصياغة هذه الأفكار فى أشكال جديدة ذات مغزى ، وتدریسها بطريقة متماسكة مترابطة جذابة إلى الطلبة الجامعيين .

إن مهمة إعداد منهاج مترابط وهادف أمر معقد بطبيعته ، لأن انسياب المعرفة الجديدة يتجه بطبيعته إلى أدنى ، فهو يسير من البحوث إلى الدراسات العليا إلى التعليم الجامعى بينما الطالب يتجه فى اتجاه مضاد من السنة الأولى الجامعية إلى الدكتوراه .

كما أن أى برنامج يهدف لجعل التعليم الجامعى عصرياً وقوياً وعميقاً ، يعمل على وضع الكثير من مواد الدراسات العليا لتدرس فى مقررات التعليم الجامعى ، الأمر الذى يترتب عليه بتر الكثير من مقررات الدراسات العليا ، فينعدم الحافز لدراستها وتخلو من المعرفة اللازمة لبقائها واستمرارها .

وهكذا نرى أن البرنامج الكلى فى الهندسة ينبغى أن يعاد النظر فيه بصفة متصلة لا اكتسابه نوعاً جديداً من الوحدة والاستمرار والبقاء .

ولما كانت إعادة بناء مناهج الدراسات العليا ينبغى لها أن تتم فى إطار المعارف التى تخلفها الأبحاث ، فيتعين من ثم أن يقوم على التدريس للدراسات العليا أولئك الذين يجرون الأبحاث دون سواهم وتحتم إعادة البناء إقامة إمكانيات جديدة وموضوعات لأبحاث ذات أهداف ممتدة تلائم حاجات المجتمع فى السنين القادمة .

ويتطلب ذلك من الأستاذ أن يغير بصفة دورية من المواضيع التى يركز عليها جهوده ، وأن يوطد نفسه على احتمال مشقة التمكن من النظريات الجديدة ، وبمعنى آخر عليه أن يعجن من جديد .

إن ما نحتاجه فى الحقيقة هو ما يمكن تسميته بالمناهج الأساسية التى تجعل للتعليم هدفاً ، وتتيح مدركات ذات مغزى بحيث يتمكن مهندسونا من تجميع واستعمال جميع فروع التكنولوجيا واكتساب مهارة فى نسج حشد من المفاهيم التى قد تبدو غير مرتبطة ومرجها فى المصنع الكلى للعالم الهندسى لغدنا .<sup>[١]</sup>

ومن الواجب أن يتركز طموحنا حول وضع هدف فى حياة الشباب بإعطائهم صورة عن النظرة الهائلة للمستقبل وبمحاولة تعميق وتوسيع ظمهم للمعرفة بحيث تتكون لديهم صورة عن آفاق العالم الذى يتعين عليهم أن يعيشوا فيه .

فإذا نحن 'ما تمكنا من أن ندرك ولو أبصورة غير واضحة تماماً رؤية هذه الآفاق الجديدة ، وإذا ما حاولنا بناء منهاج تعليمى فى الهندسة يعمل على إعداد الشباب للاسهام الفعلى فى هذه المجالات الجديدة ، نكون بالفعل قد قوينا إلى الحد الأقصى احتمالات تحقق هذه الرؤى .

## أولاً - نبذة تاريخية :

تعد الهندسة من أهم الأسس التى تسجل حضارات الأمم والشعوب ، وهى الدافع الأول لكل تطور تاريخى ، فقد صنف تاريخ الهندسة المعمارية على أساس خصائصها ومميزاتها المختلفة التى ظهرت كنتيجة لتطور الذوق والمجتمع والمدن لشعب معين أو لأمة معينة فى حقبة زمنية محددة ، فالفن المعمارى الفرعونى واليونانى والرومانى والبيزنطى والغوطى ، كلها خصائص وأوجه حضارية لشعوب وأمم تطورت الواحدة من الأخرى ، فاليونانى تطور من الهلنى ، والرومانى من اليونانى ، والبيزنطى من الرومانى ، والغوطى من البيزنطى ، وهكذا فالهندسة ليست إحدى أسس وأوجه التمدن الإنسانى فحسب بل هى الحافز الموجه والمشجع للإنسان فى تطوير نفسه وإنتاجه لإشباع إحساساته العلمية والفنية وطموحه فى تحسين الوسائل لحاجاته الضرورية من الجيد إلى الأجود ، ومن الجميل إلى الأجل .

ولقد شهد القرن الحادى عشر نهضة علمية وفنية فى أوربا ، إذ ظهرت مناقشات ومباحثات فلسفية خطيرة ، كما أنشئت جامعات عظيمة فى كل من باريس وأكسفورد وبولونا وأماكن أخرى ، ثم شهد القرن الثالث عشر ظهور روجر باكون ( ١٢١٠ - ١٢٩٣ ) الذى لقب بأبى العلم التجريبي لأنه بدأ فى هذا الوقت المبكر ينبه الأذهان إلى كثير من المخترعات الهندسية كالراكب البخارية والسيارات وحتى الطائرات . غير أن العقل البشرى استمر فى ركوده بعد ذلك لثلاثة قرون كاملة . ولما جاء القرن السادس عشر كانت أوربا قد استقرت تماماً فى مكان الزعامة من العلم والاختراعات ، وقد شهد القرن السابع عشر تقدماً عظيماً فى نشر البحث العلمى المنظم بقيادة سير فرانسيس باكون ( ١٥٦١ - ١٦٣٦ ) فقامت كثير من الجمعيات لتشجيع الأبحاث العلمية ونشرها وتبادلها ، كالجمعية الملكية بلندن والجمعية الفلورنتينية ، تلك الجمعيات

التي كانت منبعاً لكثير من المخترعات الهندسية التى بدأ العالم يحنى ثمارها منذ أول القرن التاسع عشر ، كالبخار والصلب والسكك الحديدية والبواخر والسككبارى وغيرها من المنشآت العظيمة وأخيراً تلك الكنوز العجيبة من اختراعات الكهرباء .

ولعله من أهم الحوادث التاريخية فى المجال الهندسى الاهتمام بالهندسة كعلم وفن من قبل الحكومات ، وقد كان ذلك عندما أنشئت أول مدرسة رسمية للهندسة فى فرنسا عام ١٧٤٧ دعيت بالمدرسة الوطنية للجسور والطرق ، وقد كان الخريجون من هذه المدرسة مسئولين عن التحسين السريع فى علوم وفنون الجسور والطرق والأبنية وبعض فروع الهندسة المدنية الأخرى . ولقد كان الفرنسيون فى الطليعة فى هذا المضمار خلال القرنين السابع عشر والثامن عشر ، فقد أسسوا مدرسة ثانية للهندسة عام ١٧٧٨ أصبح اسمها المدرسة الوطنية العليا للمناجم ، ومنذ ذلك التاريخ قامت عدة مدارس للهندسة بتخصص أكثر ومناهج أوسع وأشمل . غير أن اهتمام الحكومة الفرنسية بالهندسة المعمارية كان أسبق من اهتمامها بالفروع الهندسية الأخرى ، فقد أشرفت رسمياً على إنشاء أول مدرسة للهندسة المعمارية تأسست عام ١٦٧٠ وسميت بالمعهد الملكى للهندسة المعمارية ، ثم تأسس المعهد الفرنسى للفنون عام ١٧٩٥ وكان يضم فرعاً للهندسة المعمارية ، ثم انضم هذا المعهد مع بقية المدارس التى تعنى بالفنون حتى عام ١٨١٦ حيث شكلت فى باريس مدرسة الفنون الجميلة ، وفى عام ١٨٦٣ وضعت مناهج جديدة لهذه المدرسة بموجب مرسوم حكومى خاص وأصبحت بمدتها هذه المدرسة من أشهر وأقدم المدارس المعمارية فى العالم حيث أثر خريجوها بطابعهم الخاص على الفن المعمارى فى أوربا وأمريكا طيلة القرن التاسع عشر وحتى العقد الأول من القرن العشرين .



أننا نستطيع رغم تباين أنظمة التعليم الهندسى واختلافها الظاهرى ، أن نكشف عن مظاهر واحدة بين البلدان المتشابهة فى تطويرها للصناعة ، عن طريق دراسة أنظمة التعليم الهندسى بالنسبة لثلاث مجموعات من الدول ، الأولى تتمثل فيها البلدان الصناعية الكبرى كالولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتى وبريطانيا وفرنسا ، والثانية تتمثل فى البلدان الصناعية الصناعية الغير المتقدمة كسويسرا والسويد وبلجيكا والنرويج وهولندا والنمسا ، وتمثل الثالثة مجموعة البلدان النامية مثل يوغوسلافيا واليونان وتركيا وأسبانيا والجمهورية العربية المتحدة .

فى البلدان الصناعية الكبرى يمارس المهندسون والفنيون أعمالاً عديدة تمثل مجالاً عريضاً من الأنشطة ضمن التخصص الواحد ، فمن جهة واحدة نجد مهندس الأبحاث والتطوير ويليه مهندس التصميم والتخطيط ثم مهندس الإدارة والتصنيع ثم مهندس المبيعات والتشغيل والصيانة . كما نجد أن كل بلد يقوم بتخريج نوع من المهندسين والفنيين حسب تطوره التاريخى فى ميدان الصناعة . ونظراً للأعداد الضخمة من المهندسين والفنيين اللازمين للاقتصاد المتطور فى هذه البلدان الكبرى ، فقد نشأت فيها فئات عديدة من المهندسين تبدو الفوارق بينها واضحة ، ويظهر ذلك على وجه الخصوص فى ألمانيا ، إذ أن هناك ثلاث فئات رئيسية من المهندسين والفنيين :

— فئة المهندسين الجامعيين الذين يحملون درجة (دبلوم مهندس) ، وتقوم هذه الفئة بأعمال البحث والتطوير والتصميم والتخطيط والإدارة والتصنيع .

— وفئة المهندسين غير الجامعيين الذين يحملون درجة (مهندس) وتقوم هذه الفئة بالتصميم والإدارة والتصنيع وأعمال المبيعات والتشغيل والصيانة .

— وفئة الفنيين ، وتقوم بأعمال التشغيل والصيانة .

ولقد اشترك مهندسون كثيرون فى صنع تاريخ الهندسة نذكر منهم على سبيل المثال :

المهندس الإيطالى الفنان ليوناردو دافنشى ( ١٤٥٢ — ١٥١٩ ) ، والمهندس الإيطالى الفنان مايكل أنجلو ( ١٤٧٥ — ١٥٦٤ ) ، والمهندس الانجليزى جيمس وات ( ١٧٣٦ — ١٨١٩ ) ، والمهندس السويدى الفرد نوبل ( ١٨٣٣ — ١٨٩٦ ) ، والمهندس الأمريكى فرانك لويد وايت ( ١٨٦٩ — ١٩٥٩ ) .

ولقد وصلنا اليوم ، ونحن فى العقد السابع من القرن العشرين إلى عصر الفضاء ، عصر السفر إلى جيراننا من الكواكب ، واقد بدأ عملياً فى العقد السادس من هذا القرن ، وعلى وجه التحديد يوم ٤ أكتوبر عام ١٩٥٧ ، عندما أطلق الاتحاد السوفيتى أول قمر صناعى هو سبوتنيك الأول .

ويعتبر المؤرخون هذا العصر عصر العلوم ، غير أنه من الممكن اعتباره عصر الهندسة والمهندسين ، فكل الأساليب وكل الوسائل وكل الأوساط التى تضع نظريات العلماء وأفكارهم وتجاربهم موضع التطبيق والتنفيذ هى هندسية ، ولهذا أيضاً يمكن أن يعد هذا العصر عصر العلم والهندسة والتكنيك .

### ثانياً - تباين نظم ومستويات التعليم الهندسى والفنى فى العالم :

توجد فروق كبيرة فى مستويات التعليم الهندسى وأنظمته فى بلدان العالم المختلفة ، وهذا الاختلاف يجعل المقارنة بين هذه الأنظمة من الأمور العسيرة . ونحن إذا نظرنا إلى بلدان العالم المختلفة لوجدنا أن طبيعة تطورها واقتصادها هى التى تحدد نوع الأعمال المطلوبة من المهندسين والفنيين كما أن نوع هذه الأعمال هو الذى يحدد بالتالى شكل وهيكل المناهج الدراسية ونوعية المهندسين والفنيين المطلوبين . على

ومن ذلك يبدو أن هناك تداخلا بين كل من الفئات الثلاث ، وتوجد مثل هذه الفئات فى البلدان الكبرى الأخرى غير أن تسمياتها تختلف من بلد لآخر ، ففى كل من الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا وفرنسا نجد ثلاثة أنواع من المهندسين والفنيين :

— المهندسون العلميون الذين يتخرجون من الكليات الجامعية البريطانية والمدارس العليا الفرنسية وجامعات الدرجة الأولى الأمريكية .

— المهندسون التطبيقيون الذين يتخرجون من المعاهد الصناعية العليا البريطانية وجامعات وكليات الدرجة الثانية فى الولايات المتحدة الأمريكية .

— والفنيون الذين يتخرجون من المدارس المهنية الفنية فى البلدان الثلاث .

وقد اتفق اتحاد الجمعيات الهندسية فى أوروبا الغربية والولايات المتحدة على إطلاق لقب مهندس مجازاً على النوعين الأولين من المهندسين العلميين والتطبيين ، ونستطيع من دراسة أوضاع كليات الهندسة الأمريكية أن نقبين مستويات مختلفة ومتباينة غاية التباين ، ومع أن كلا من هذه الكليات تمنح درجة بكالوريوس رغم اختلاف برامجها إلا أن كلا منها تخرج نوعاً من المهندسين العلميين أو التطبيقيين لسد فراغ معين أو لتأدية خدمة معينة للاقتصاد الأمريكى فمعهد ماساشوستس للتكنولوجيا (M.I.T.) ومعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا وجامعة ستانفورد مثلاً كلها تخرج مهندسين علميين فى حين أن معاهد أخرى تخرج مهندسين تطبيقيين لعمليات التصنيع والإنتاج .

أما البلدان الصغيرة المتقدمة كسويسرا والنمسا والنرويج ، فحجم إنتاجها الصناعى وعدد سكانها لا يمكنها رغم تقدمها الصناعى من تنوع الكليات الهندسية بالشكل الذى نراه فى ألمانيا وبريطانيا والولايات المتحدة ، ولذلك قام فى أكثر هذه البلدان نظام شبه موحد لنوعين رئيسيين من المهندسين والفنيين ، وهم فئة المهندسين الجامعيين ، وفئة الفنيين ، فيقوم المهندسون الجامعيون بأعمال البحث العلمى والتطوير والتصميم والتخطيط والإدارة والتشغيل ، بينما يقوم الفنيون بأعمال التشغيل والصيانة .

وقد قامت فى كل من هذه البلدان جامعات وكليات هندسة جامعية محدودة العدد لتخريج المهندسين الجامعيين الذين يقومون بأعمال المهندسين العلميين والتطبيين حسبما يطلب منهم ، كما قامت فيها كذلك معاهد صناعية لتخريج الفنيين كما يتبع فى السويد والنرويج والنمسا .

وإذا نظرنا إلى البلدان النامية لوجدنا أن ظروفها قد جعلتها تقتصر على نوعين فقط من المهندسين والفنيين ، وهم فئة المهندسين الجامعيين وفئة الفنيين ، وهى فى ذلك تتشابه مع البلدان الصغيرة المتقدمة . ويقع على الجامعات الهندسية فى هذه البلدان مهمة تصميم وإعداد برامجها الدراسية . حيث يستطيع الخريجون ممارسة مهنة الهندسة حال تخرجهم ، كما أن عليها أن تقدم لطلابها ثقافة علمية أساسية ذات مستوى رفيع ، وأن تعمل فى نفس الوقت على إدخال مواضيع التخصص اللازمة فى برامجها ، وتجهيز معاملها ومختبراتها تجهيزاً حسناً لتهيئة فرص التدريب العلمى للطلاب .

وتقوم جامعات البلدان النامية بتخصيص السنتين الأوليين على الأقل للعلوم الأساسية ، على ألا تقل نسبة العلوم الأساسية والهندسية فى البرامج العامة عن ٦٠٪ وبحيث يخصص ثلث البرامج الدراسية فقط للتطبيقات الهندسية والعلوم الإنسانية .



التخصص ، والدراسة بهذه المعاهد مجانية وتعطى منحاً وبدلات انتقال وسفر للتفريغ ، وبهذه المعاهد قسم خاص للمتسبين من العمال المهرة العاملين في ميادين الإنتاج والذين يدرسون الجوانب النظرية بالمراسلة ويمنحون أجازات بأجر معين لحضور الدراسة العملية بالمعاهد العليا ، وتبلغ هذه الأجازة ثلاثة شهور في العام . وقد فاق التوسع في إعداد الفنيين بالاتحاد السوفيتي كل وصف ، ففي عام ١٩١٧ كان عدد الكليات المتخصصة في إعداد الفنيين بالاتحاد السوفيتي ٤٥٠ كلية حوت ٤٥٠٠٠ ، أما اليوم فقد بلغ عدد الكليات المتخصصة في هذا النوع من التعليم قرابة ٣٦٠٠ كلية بها ما يقرب من ثلاثة ملايين من الطلاب . وبالرغم من شدة الإقبال الملاحظ حالياً على من أعدوا ليكونوا فنيين إلا أن الأعداد التي أعدت منهم لسد حاجات الأعمال لم تستطع حتى الآن سد الثغرة الموجودة في سلم العمالة الخاصة بهم ، غير أن الحال في الولايات المتحدة الأمريكية على النقيض من ذلك فكليات إعداد الفنيين فيها تشكو ضموراً بيناً وهذا الضمور هو أخطر ما يهدد اقتصادياتها الحالية ، وقد تبين من إحصاء تم عام ١٩٦١ أن عدد الدارسين بالكليات الهندسية فيها قد بلغ ثلاثة أمثال عدد الدارسين بمعاهد إعداد الفنيين .

وعلى الرغم من أن كل الأعمال الهندسية والفنية في الخارج لا تتطلب مستويين من الفنيين إلا أن الكثير من التربويين قد عملوا على إيجاد هذا النوح من التعليم وهو في مستواه لا يقل كثيراً عن التعليم الجامعي ، إذ يحوى معلومات مهنية بحتة ، وقد اعتمد هؤلاء التربويون في ذلك على أساس القلة الملحوظة في أوروبا من خريجي الكليات الجامعية ، وفداحة التكلفة بالنسبة للشخص الواحد في التعليم الجامعي بها إلى جانب الرغبة في تخفيف العبء على الميزانية العامة للمعونات التي تخصص لمعاونة الجامعات .

وتختلف الجامعات في البلدان النامية عن جامعات البلدان الصناعية الكبرى في أن الأولى مضطرة إلى تخرج مهندسين علميين ومهنيين في آن واحد ولذلك تلجأ للاحتفاظ بمواضيع التصميم والتطبيقات العملية بنسبة معينة لا تتعدى الحدود المذكورة . على أننا يجب أن نلاحظ من الناحية الأخرى أن التخصص الضيق ووفرة المعلومات في مجال التخصص لا يساعد المهندس على مجاراة التطور في ميادين تخصصه كما قد يتبادر إلى الأذهان ، ولكنها الثقافة العلمية الهندسية العريضة هي التي تجعل المهندس أكثر مرونة وقدرة على مواجهة الظروف الجديدة التي لا بد وأن تعترض طريقه في المستقبل القريب .

وإذا نظرنا لجهودات البلدان الكبرى والمتقدمة في سبيل إعداد الفنيين لوجدنا مثلاً أن الولايات المتحدة الأمريكية قد توسعت في إنشاء كليات محلية تسمى كليات المجتمع (Community Colleges) الحق البعض منها بالجامعات وجعلت مدة الدراسة بها سنتين بعد المرحلة الثانوية وفي فرنسا ألغى نظام القبول بالشهادة الإعدادية وجعل ممثلاً لما هو موجود بالولايات المتحدة حيث سميت معاهد إعداد الفنيين هناك باسم المعاهد التكنولوجية وهي ملحقة بسبعة عشر جامعة ، وتختلف الشعب الموجودة بها من مقاطعة لأخرى عدا الموجودة بجامعة باريس فقد جمعت كل التخصصات الموجودة بهذه المعاهد وقد راعى هذا التعديل الجديد في نظام إعداد الفنيين السماح للممتازين في الدراسة باستكمال تعليمهم إلى أعلى المراتب . ويوجد بالاتحاد السوفيتي معاهد عالية لإعداد الفنيين كما أن بالجامعات أقساماً خاصة لإعدادهم ويقبل بها الطلاب الذين أتموا مرحلة التعليم الثانوي العام والصناعي فيتفرعون للدراسة ثلاث سنوات أو أكثر وفق شعب



وذلك إذا ما سبقت الدراسات العملية تدريس المواد النظرية أو حدث العكس ، وهذه الطريقة تستوجب وجود تعاون دقيق بين المعهد والمصنع ليكون الإعداد موفقاً ومثمرًا .

ويمكن القول بأن المستوى المطلوب من الفنيين قد استقر حالياً فى هيكل العمالة وأن النسبة المطلوبة منهم بالنسبة للمهندسين فى ازدياد مستمر ، ويمكن تقديرها وفقاً لنوع المهنة وتقدم النمو من بلد إلى آخر بنسبة تتفاوت ما بين ( ١ : ١ ) ( ١ : ١٠ ) بمتوسط ( ١ : ٣ ) .

وفيما يلى بعض مجالات إعداد الفنيين فى الخارج وما يمكن إدخاله منها إلى البلاد العربية :

#### ( أ ) المجالات المدنية والمعمارية :

- ١ — ترميم آثار .
- ٢ — أعمال الطرق والمطارات .
- ٣ — أعمال الحاجر
- ٤ — أعمال الماكينات .
- ٥ — الإسكن الريفى .
- ٦ — تنظيم المباني .
- ٧ — حصر المباني .
- ٨ — رسم الخرائط .

#### ( ب ) مجالات البترول :

- ١ — الحفر
- ٢ — الإنتاج .
- ٣ — التكسير .
- ٤ — أعمال المواشير وصيانتها .
- ٥ — التعدين .
- ٦ — البلاستيك واللدائن .

وإذا كانت الحاجة إلى الفنيين تختلف من تخصص إلى آخر ، إلا أنه من الثابت أن رجال الأعمال أصبحوا اليوم فى حاجة إلى نوعين أساسيين من الفنيين ، الفنى التكنولوجى ويكون عادة من الممتازين من العمال المهرة الذين زودوا من العلوم النظرية المتقدمة فى معهد من معاهد الفنيين و « الفنى النوعى العالى » ، وهو الذى استوعب من العلوم ما يقربه من مستوى المهندس الجامعى مع الدراسة والتوسع فى الجانب الإنتاجى .

ويتم إعداد الفنيين حالياً بثلاثة طرق وهى :

١ — دراسة التعليم الفنى حتى سن الثامنة عشر ، ويتبعها بعد ذلك تدريب ميدانى .

٢ — تلمذة صناعية مع تمضية بعض الوقت فى فصول فنية ، ثم يتبعها دراسة فنية تخصصية كالتبع فى مدارس الهندسة بجمهورية ألمانيا الاتحادية .

٣ — التعليم « بنظام السندويتش » كالتبع بالملكة المتحدة حيث تجمع الدراسة بين المواد النظرية والعملية على التعاقب سنوياً .

ويعاب على الطريقة الأولى أن التعليم الفنى الذى يعطى للدارسين سواء كان عملياً أو نظرياً — كتدريس الرياضيات فى الكليات الجامعية — لا يحظى بالتقدير نظراً لحاجة الدارسين للخبرة والدراية لاستيعاب دقائقه .

ويعاب على الطريقة الثانية أن الكثير من التجارب الفنية التى تدرس للفنيين بالورش — كالمسائل التى تعطى لهم فى تصميم الآلات — لا يمكنهم أن يستوعبوها نظراً لافتقار الدارسين للكثير من المعلومات النظرية .

وقد تكون الطريقة الثالثة هى أقرب الطرق للكمال للتوصية بها فى إعداد الفنيين ولكنها كثيراً ما تصاب بالتعثر

## ( ز ) اعمال المعادن :

- ١ — إنتاج المعادن الحديدية .
- ٢ — إنتاج المعادن غير الحديدية .
- ٣ — تشكيل ودرفلة المعادن .

وتوضح الأشكال رقم (١) ، (٢) ، (٣) ، (٤) ، (٥) السلم التعليمي المؤدى إلى دراسات إعداد المهندسين والفنيين في كل من الجمهورية العربية المتحدة ، والاتحاد السوفيتي ، والولايات المتحدة الأمريكية ، وفرنسا ، وألمانيا الاتحادية .

## ثالثاً - نظرة على بعض نظم واتجاهات التعليم الهندسى في العالم :

من الممكن أن نلقى الكثير من الضوء على بعض نظم واتجاهات التعليم الهندسى في العالم بالاستعانة بالتقرير الخاص بأعمال المؤتمر الخامس عشر للتعليم الهندسى لهيئة اليونسكو الذى عقد فى باريس عام ١٩٦٨ . وفيما يلى بعض الحقائق الهامة التى أوردها التقرير .

١ — إن النشاط الهندسى فى العالم قد أخذ فى التوسع فى اتجاهين ، أحدهما نوعى والآخر كمى ، وقد خرج هذا الاتساع عن الإطار التقليدى للبحث والتطوير والإنتاج ليشمل التخطيط الاقتصادى وإدارة الأعمال والطب .

٢ - أنه إذا لم يصحب الزيادة المطردة فى إعداد المهندسين تطوير فى المناهج فسوف يؤدى هذا إلى العزوف عن استخدامهم ، ومن ثم إلى كارثة اقتصادية للمجتمع وصدمة نفسية للخريجين أنفسهم . ومن الضرورى أن يشمل هذا التطوير أيضاً للمهندسين الذين يعملون بالفعل ، إعمالاً لمبدأ التلمذى الحياتى المهنية على أن يتم ذلك بتماون السكليات الجامعية مع الصناعة وتنسيق الجهود بينهما .

## ( ح ) الصناعات الهندسية :

- ١ — المطروقات .
- ٢ — القياس الدقيق .
- ٣ — أعمال الطباعة .
- ٤ — الماكينات الأوتوماتيكية .
- ٥ — هياكل ومحركات الطائرات .
- ٦ — السفن النهرية .

## ( ط ) الصناعات الكيماوية :

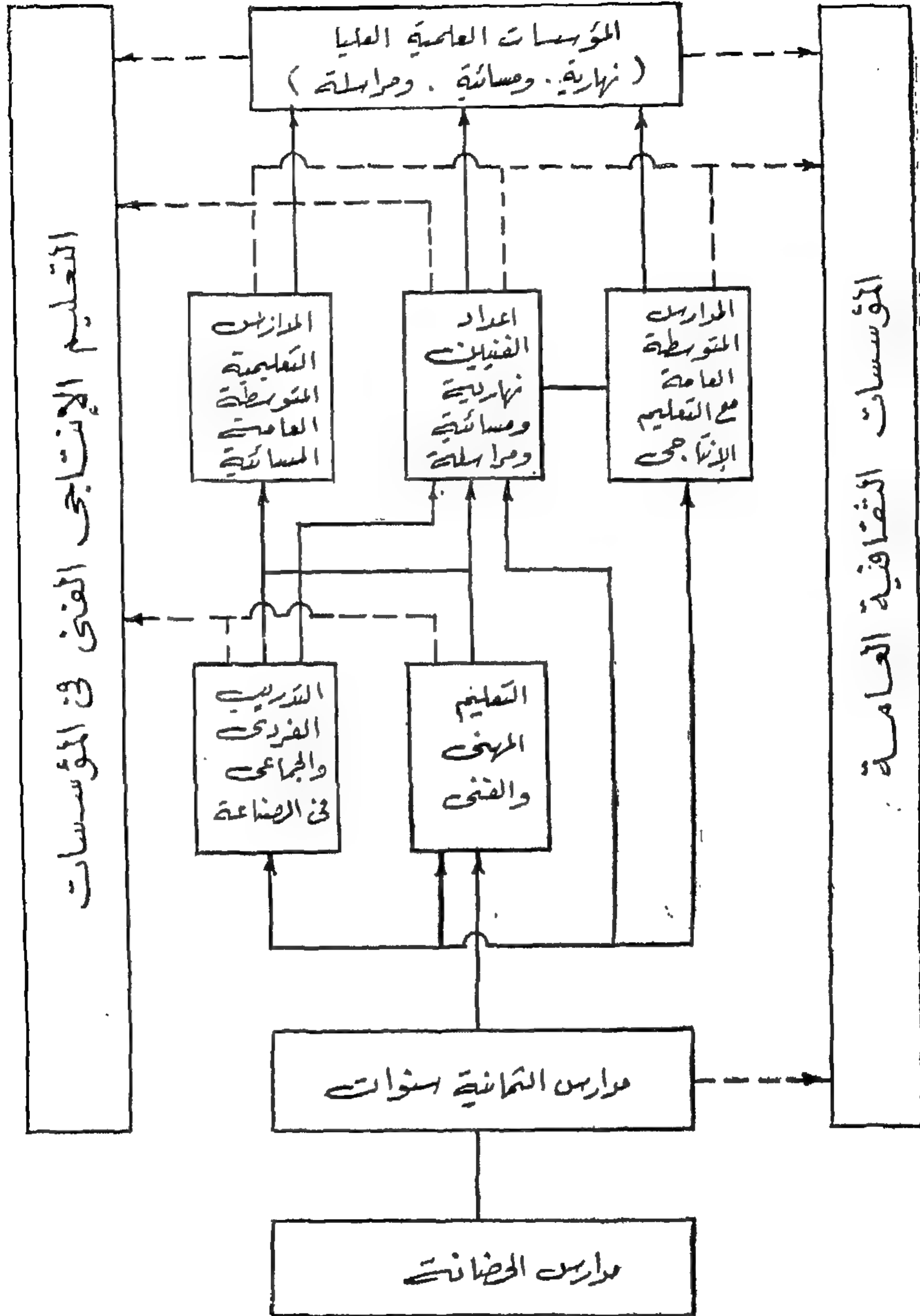
- ١ — الوقود الجاف والغازات المولدة .
- ٢ — الفخاريات والحراريات .
- ٣ — المطاط الصناعى والمواد المرنة .
- ٤ — المواد العضوية .
- ٥ — المواد غير العضوية .
- ٦ — السليلوز والورق .

## ( هـ ) الصناعات الغذائية :

- ١ - إنتاج السكر وصناعة الحلوى .
- ٢ — صناعات الألبان .
- ٣ — صناعات اللحوم .
- ٤ — الأغذية المحفوظة .
- ٥ — الدقيق والعجائن .
- ٦ — الخمر .

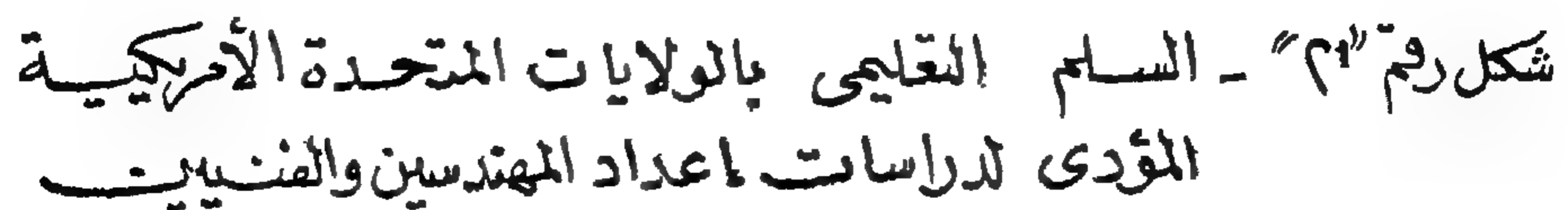
## ( و ) أعمال المناجم :

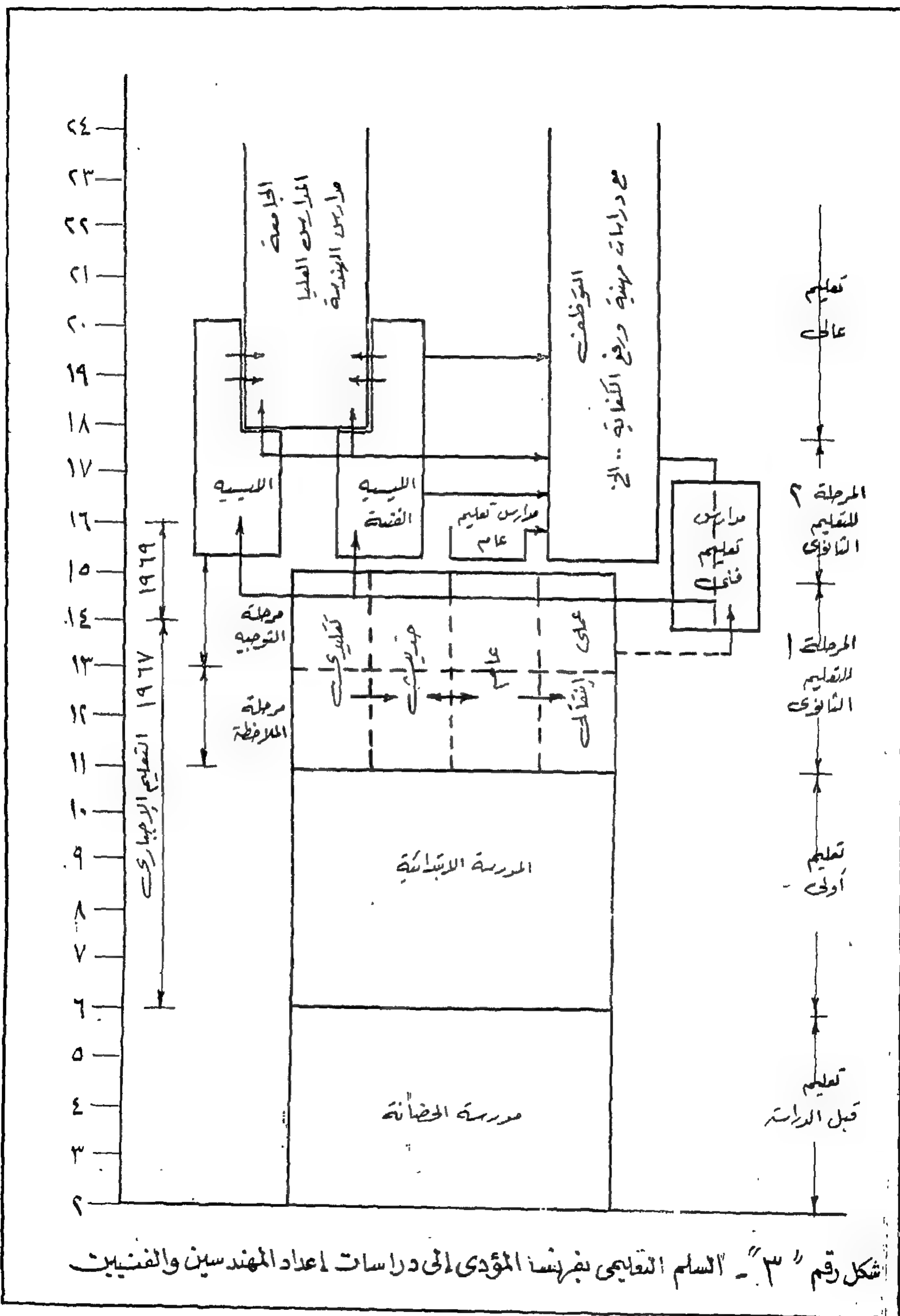
- ١ — معدات المناجم .
- ٢ — مساحة المناجم .
- ٣ — استخراج الفحم .
- ٤ — الخامات الرسوبية .
- ٥ — الخامات الصناعية .
- ٦ — الغازات الطبيعية .



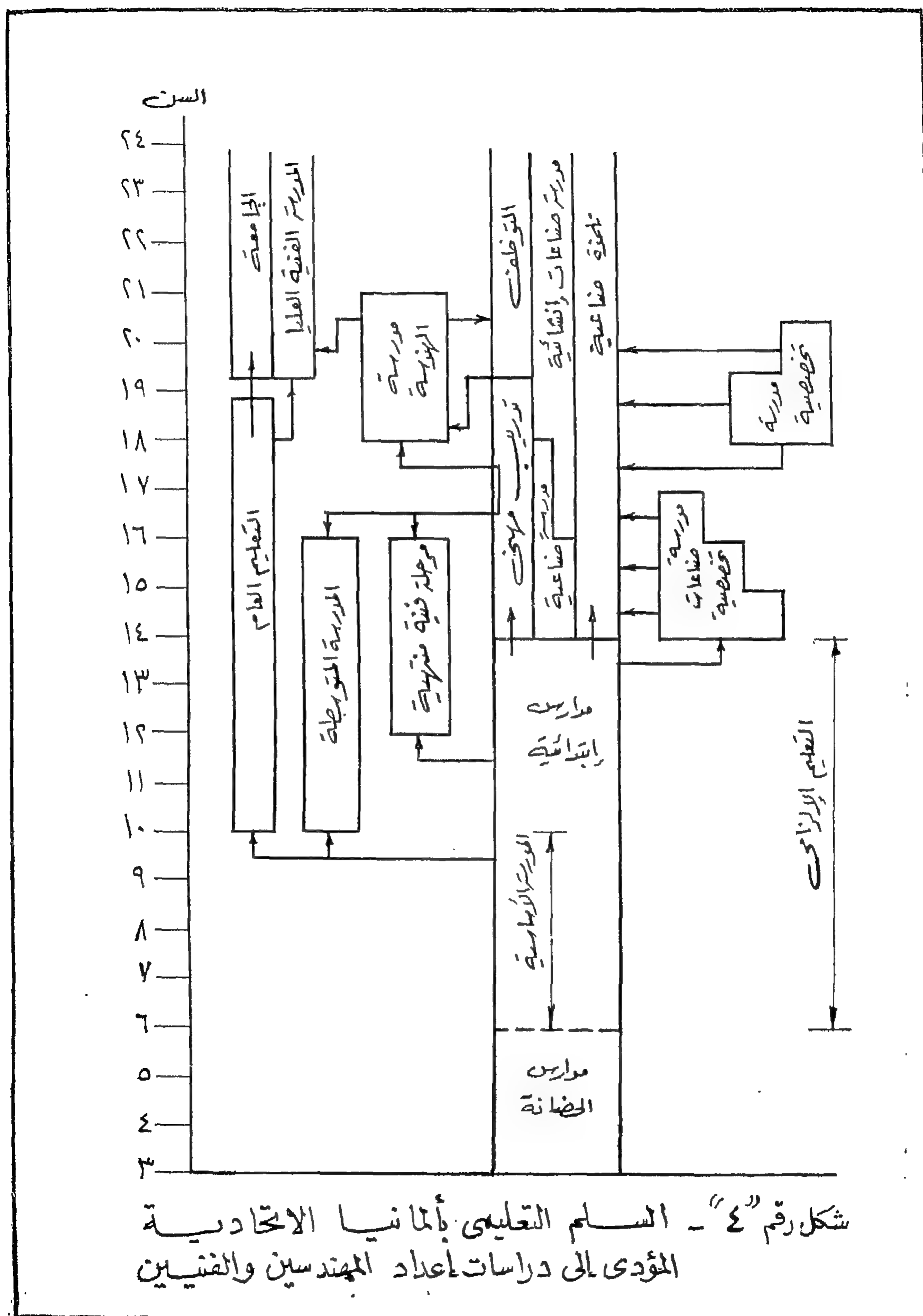
شكل رقم "أ" - السام التعليمي بالاتحاد السوفيتي المؤدى الى دراسات إعداد المهندسين والفنيين



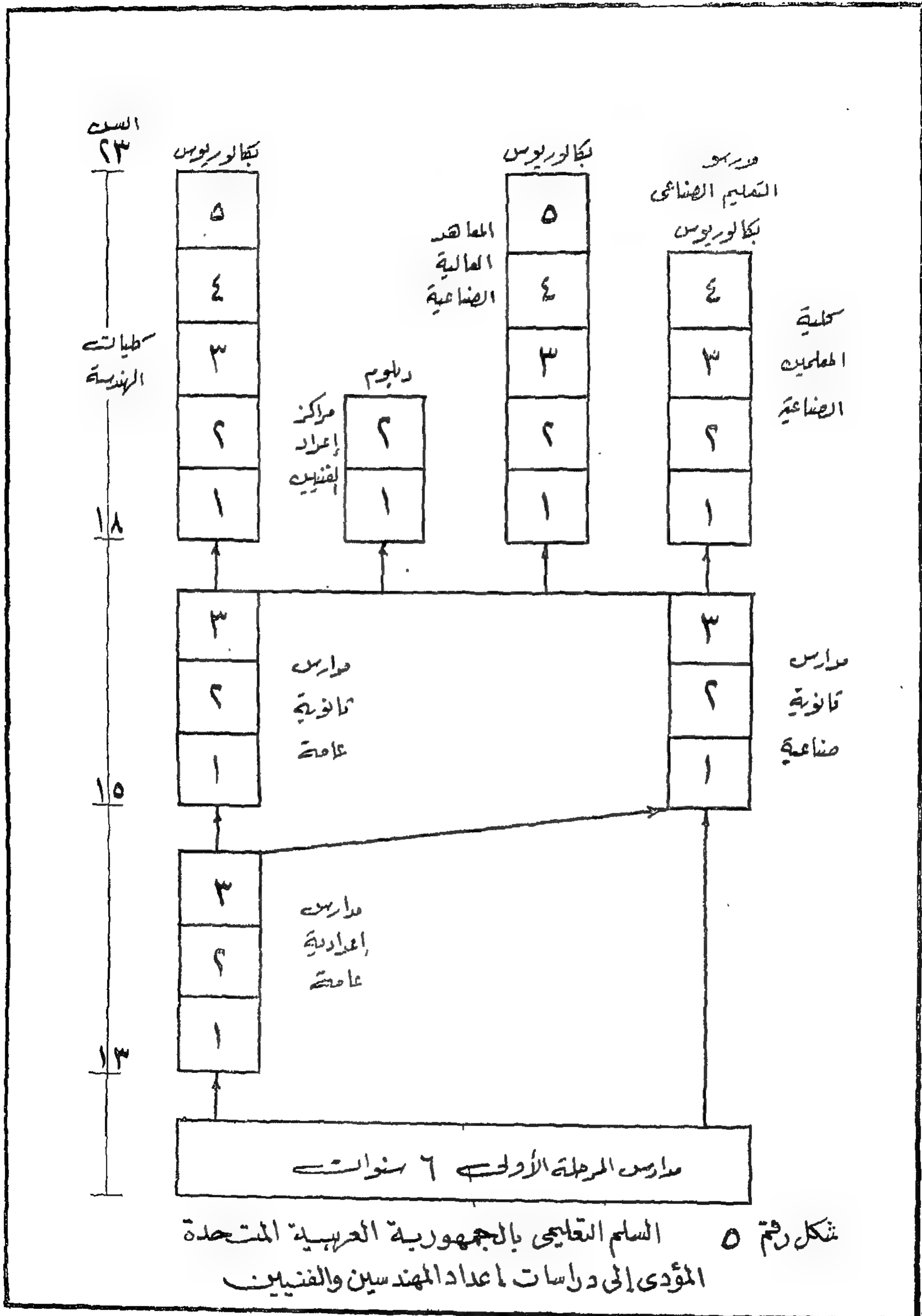




شكل رقم "٣" - السام التقني بفرنسا المؤدى إلى دراسات إعداد المهندسين والفنيين







٣ - هناك حلول كثيرة للمشاكل المتصلة بعلاقة الجامعة بالصناعة ولموقف العزلة السائد حالياً ، ومن هذه الحلول التمرين داخل الصناعة وإجراء بحوث صناعية في الجامعة ومساهمة رجال الصناعة في التدريس بالجامعات مما يزيد من احتكاك الطلاب بالمهنيين واحترام الأكفاء منهم .

٤ - من الضروري أن يصحب الكفاءة العلمية إحساس بالمسؤولية الاجتماعية والاقتصادية ومن ثم كانت ضرورة الاهتمام بالعلوم الإنسانية وتطعيم المناهج العلمية بها .

٥ - العمل على تدعيم التقدم التكنولوجي للدول النامية حيث يعد ذلك بالنسبة لها مسألة حياة أو موت ، ومن الممكن أن يتم ذلك بتوجيه أعداد أكبر من الطلبة للتعليم الهندسي ، وبالحفاظ على الخريجين من المهندسين داخل بلدانهم على أن تحافظ الدول النامية خلال هذا التوسع في التعليم الهندسي على مستوى التعليم فيها مهما ارتفعت تكاليفه . وقد يساعد في هذا السبيل إنشاء مراكز إقليمية للتعليم الهندسي واستخدام الوسائل التوضيحية السمعية والبصرية مع الاهتمام بالمعلم الممتاز .

#### ٤ - اتجاهات التعليم الهندسي في الدول النامية :

من الممكن عرض بعض اتجاهات التعليم الهندسي في الخارج على ضوء وجهات النظر التي عرضت في مؤتمر التعليم الهندسي بباريس والذي عقد في ديسمبر ١٩٦٨ .

وفيما يلي بعض الآراء التي عرضت :

- فيما يتعلق بالتعليم الهندسي بالبرازيل ، فقد تم تطوير هذا التعليم في السنوات الأخيرة بالاستعانة بالخبرة الفرنسية فقد كانت برامج الدراسة تقليدية ومنفصلة عن واقع المجتمع كما كان الطلبة على وجه العموم إمكانيات بشرية معطلة ؛ وبتطوير الدراسة وتغيير المقررات ، اتجه التعليم الهندسي وجهة جديدة محتفظاً بقاعدة راسخة من العلوم الأساسية وجعلت الدراسة لمدة خمس سنوات وازدادت صعوبة المقررات . وارتفع مستواها وشملت السيريات والطاقة النووية وعلم الفضاء

وفي البرازيل اليوم ٤٠٠٠٠ مهندس من بين سكان البرازيل البالغ عددهم ٨٤ مليون مواطن أى بواقع ما يقرب من ٥٠٠ مهندس لكل مليون من السكان مقابل ٥٠٠ مهندس للمليون في أمريكا ، ٢٠٠٠ مهندس للمليون في الاتحاد السوفيتي ، وحوالي ١٠٠٠ مهندس للمليون في الجمهورية العربية المتحدة .

- أشارت يوغسلافيا إلى اتجاهها لإشراك الطلبة في إعداد نظام تعليمي أفضل فمع احترامنا لآراء الأساتذة والمربين الكبار ، فالشباب قد يأتي بأفكار جديدة ، كما أشارت يوغسلافيا أيضاً إلى سحق الشباب من الفنيين بسبب وقوف المجتمع في وجه طموحهم وتقديمهم .

- وضحت فرنسا ضرورة دمج المهندس الزراعي في إطار التعليم الهندسي ، كما أشارت إلى أن ما يميز الزراعي عن باقي المهندسين هو معرفته بالعلوم الحيوية التي تزدد أهميتها للجميع يوماً بعد يوم ( والمقصود هنا بالمهندس الزراعي هو المشتغل بفنون زراعة الأرض وليس مهندس الآلات والمعدات المستخدمة في الزراعة ) .

- ظهور اتجاه يشير إلى عدم جدوى أية محاولات لنقل جزء من نظام التعليم الهندسي من دولة إلى دولة أخرى ، إذ أن تنوع العمل في الدول المتقدمة لا وجود له في الدول النامية ، لذلك يكون نقل النظام التعليمي من دولة متقدمة لأخرى نامية لا قيمة له لعدم توفر الهيكل الصناعي المكمل لهذا النوع من التعليم .

- من المشاكل الأساسية التي تواجه المهندس في الدولة النامية اكتساب الخبرة والقدرة على جمع المعلومات ، ومنها أيضاً مواجهته في سن مبكرة بالاعتبارات الاقتصادية الخطيرة التي تمس مستقبل بلده مساً مباشراً والتي لا مثيل لها بالنسبة للمهندس في الدول المتقدمة ، هذا بالإضافة إلى الخلل الموجود في هيكل العمالة وعدم توفر الفنيين .

— عرضت إسرائيل لنظام التعليم فيها . وقد جاء فيه أنه بأحد المعاهد الهندسية ما يقرب من ١٠٠٠ طالب ، وأن التعليم ينصب على الأساسيات ولا يهتم بالخبرة الجارية المتعارف عليها .

وتستغرق العلوم الأساسية سنتين

والعلوم الهندسية  $1\frac{3}{4}$  سنة

والإنسانيات أقل من نصف سنة

والعلوم التطبيقية سنة

ويختار الطالب تخصصاً دون التعمق فيه وتترك الخبرة العملية للصناعة أى أنه لا توجد خطة للتدريب العملى داخل المعهد نفسه . ويتخصص الطالب بعد عمله فى الصناعة ويتم ذلك بالتحاقه بالجامعة للحصول على الماجستير التى تستغرق سنة مع التفرغ التام أو سنتين بدون تفرغ ، أما الدكتوراه ، فتقتصر على هؤلاء الذين سيستمرون فى العمل الأكاديمى .

ويقوم جميع الطلبة بتعلم استخدام الحاسب الالىكترونى فى السنة الأولى من دراستهم كما أنه من الضرورى لهم أن يتقنوا إحدى اللغات الأجنبية .

— وقد أشارت روسيا إلى تجربة إشراك الطلبة المتفوقين فى القيام بالبحوث حيث يقضى هؤلاء حوالى ١٥٠ ساعة . سنة التخرج فى المشاركة فى البحوث ، وقد نجحت تلك التجربة نجاحاً باهراً .

### ٢ - اتجاهات التعليم الهندسى فى البلدان الصناعية الكبرى :

تعرض التعليم الهندسى فى الولايات المتحدة الأمريكية إلى كثير من النقد بعد الحرب الأخيرة من داخل هيئة التعليم ومن خارجها . وقد أحدث هذا النقد تغييراً كبيراً ملموساً فى البرامج الهندسية يتميز باستبدال برامج المهارات العملية بمواضيع علمية نظرية وعلمية هندسية عن طريق

إنقاص عدد الساعات المخصصة للرسم والهندسة الوصفية وإنقاص عدد الساعات المخصصة للورش والمعامل ، ورفع مستوى الرياضيات ، وزيادة عدد الساعات المخصصة للعلوم الأساسية وعلى الأخص الفيزياء مع إنقاص عدد ساعات التصميم ومواضيع التخصص .

وقد تم تقسيم المواضيع والعلوم التى يدرسها المهندسون للأقسام التالية :

١ - الرياضيات .

٢ - العلوم الأساسية كالفيزياء والكيمياء .

٣ - العلوم الهندسية ومن بينها الميكانيكا ومقاومة المواد وميكانيكا الموائع وخواص المواد الهندسية وانتقال الحرارة .

٤ - مواضيع التصميم والتطبيقات الهندسية .

٥ - العلوم الاجتماعية والانسانية .

على أن تشكل الرياضيات والعلوم الأساسية والعلوم من نصف إلى ثلاثة أرباع البرنامج الإجمالى ، وأن تشكل مواضيع التصميم من ثمن إلى ربع البرنامج على أن تشكل العلوم الاجتماعية والإنسانية ما يتبقى من ذلك .

وقد أصبح واضحاً لدى اللجان العديدة التى تشكلت فى الولايات المتحدة لدراسة برامج التعليم الهندسى أن المجتمع الصناعى أصبح فى حاجة إلى أنواع عديدة من الأشخاص المدربين تدريباً فنياً ، لاسيما وأن احتياجات جديدة تنشأ باستمرار بسبب تعقد الحياة التكنولوجية وبسبب الاكتشافات العلمية وازدياد المسؤوليات الملقاة على عاتق المهندسين ومن المنتظر أن يرتفع معدل التخرج السنوى ليصل فى عام ١٩٧٦ إلى ٧٥٠٠٠ مهندساً حاملاً لدرجة البكالوريوس ، ٤٠٠٠٠ حاملاً لدرجة الماجستير ، ٦٠٠٠ حاملاً لدرجة الدكتوراه ومن المحتمل أن تقوم بعض المعاهد



تحضيرية (Pre-Clinical) ومرحلة تخصص (Clinical) وبالرغم من أن برنامج السنوات الأربع لتخريج المهندسين قد لا يحتفى من بعض الجامعات إلا أنه من المنتظر أن تقل فرص العمل لخريجي هذه البرامج تدريجياً .

ويقترح البعض أن يتم توجيه المهندسين إلى البحث العلمى أو إلى ممارسة المهنة في مرحلة الماجستير على أن تعنى التجزئة الزيادة لا النقص في المقررات . وبحيث يستطيع الراغبون في البحث العلمى تلقى المزيد من العلوم النظرية والعلوم الهندسية والوصول إلى مستوى الدكتوراه خلال ٣ - ٤ سنوات .

ومن أشهر التغييرات الجذرية التى حدثت في إحدى المدارس الهندسية الشهيرة في أمريكا تلك التجربة التى قام بها معهد « رانسلير التكنولوجى » فقد تألفت في رانسلير منذ عدة سنوات لجنة لدراسة متطلبات المهنة ، فلاحظت أولاً اتساع مجال الأنشطة الهندسية ضمن التخصص الواحد، ولاحظت ثانياً أن هذا المجال يتغير بمعدل كبير ، وأن هناك تداخلاً مستمراً ومتزايداً بين فروع الاختصاصات التقليدية ، كما ظهرت ضرورة مواجهة مشكلة التقادم السريع للمعلومات التى أصبحت مشكلة حرجية وملحة . كما وجدت اللجنة التى لا بد لمهنة الهندسة من توليها في المجتمع ألا وهى التكنولوجيا .

وقد أحدثت « رانسلير » تغييراً جذرياً في البرامج الدراسية يستند إلى الأسس التالية :

١ - جعل الهدف الأساسى من البكالوريوس بالنسبة لطالب الهندسة هو الحصول على الثقافة العامة الأساسية العريضة .

٢ - أصبح التعليم الذى يسبق التعليم الهندسى مختلفاً عن التعليم الهندسى المهني وبحيث لا يسمح للطالب بدخول الدراسة الهندسية المهنية بعد انتهائه من الدراسة المسبقة إلا إذا أظهر استعداداً خاصاً لكي يصبح مهندساً ناجحاً .

التي لا تمنح درجة الدكتوراه في الهندسة حالياً بمنحها عام ١٩٨٦ ، وبذلك تتسع البرامج الحالية اتساعاً مطرداً مما يستدعى بالتالى زيادة الدعم المالى لكليات الأبحاث الهندسية والذي كان ١٦٠ مليون دولار عام ١٩٦٣ ، ويقدر بحوالى ٧٠٠ مليون دولار في عام ١٩٧٦ .

وقد أدى التعديل الكبير في البرامج والتوسع فيها إلى جعل برامج التعليم الهندسى في الولايات المتحدة تختلف باختلاف الكليات فكل منها يقوم بتخريج نوع من المهندسين أو الفنيين اللازمين للاقتصاد الأمريكى . ويمكننا هنا أن نقسم المناهج في جامعات الدرجة الأولى إلى نوعين رئيسيين :

١ - المناهج التى تهدف إلى تمكين الطالب من ممارسة مهنة الهندسة بعد تخرجه مباشرة .

٢ - المناهج التى تهين الطالب للدراسات العليا والبحث العلمى .

ولقد ظهر اتجاه في بعض الجامعات الهندسية الى تدريس نوعين من المناهج ، أولهما مناهج مهني لمن يرغبون في ممارسة المهنة مباشرة بعد التخرج ، والثانى مناهج علمي لمن يرغبون في متابعة الدراسة العليا . وفي الوقت الذى تعمل فيه بعض الجامعات والمعاهد على تقديم هذين النوعين من المناهج مثل معهد (M.I.T.) نجد أن معظم الكليات الأخرى تبنت نوعاً واحداً فقط . وتجري الآن محاولات مستمرة لوضع سياسة تعليمية تحقق هذين الهدفين في آن واحد .

وتتجه محاولات الجامعات الأمريكية المعروفة الى جعل شهادة البكالوريوس شهادة علمية تحضيرية تسبق الشهادة الهندسية الأولى وهى شهادة الماجستير ، وسوف تشبه دراسة الهندسة في هذه الحالة دراسة الطب التى تتألف من مرحلة

الفروع فى الكلية الواحدة وإبقاء التسميات الحالية قائمة لأسباب إدارية فقط بشرط أن يتحرر الطالب من ضرورة الانتماء أو القيد فى أى منها ويصبح قادراً على تخطيط برنامجه بين الفروع المختلفة بما يناسب ميوله وبما يتلاءم مع حاجة البلاد ولقد نشأت بالفعل فى بعض الجامعات دراسات هندسية مشتركة بين الدوائر التقليدية مثل هندسة تحويل الطاقة (Energy Conversion).

وبالرغم من أنه لم تقم أية كلية حتى الآن بإزالة الحدود تماماً على مستوى الشهادة الأولى إلا أن مدرستين أو ثلاث قد ساروا فى هذا الاتجاه . وقد لا يحدث تغيير جذرى فى التسميات القديمة فى القريب العاجل غير أن هذا التغيير سيحدث حتماً فى المستقبل .

وتلاقى الآن ما تسمى بهندسة الأنظمة والجل (Systems Engineering) اهتماماً متزايداً فى الكليات والجامعات المختلفة كما أن هناك اهتماماً يتزايد يوماً بعد يوم بالمواضيع التالية :

- الهندسة البيولوجية (Bis Engineering)
- علوم المواد (Engineering Materials Science)
- هندسة الفضاء (Aerospace Engineering)

وقد أولت بعض الكليات المعروفة اهتماماً خاصاً بهذه الاختصاصات الجديدة كما قامت بإنشاء شهادة بكالوريوس فى العلوم التحضيرية تسبق التخصص فى المواضيع السالفة الذكر وتشتمل برامج ومواضيع الدراسة التحضيرية على علم الأحياء (البيولوجيا) شأنه فى ذلك شأن الرياضيات والفيزياء وبذلك تزداد الصلة بين الأبحاث الطبية والهندسية قوة ووثوقاً فيقوم مهندسون بالتدريس فى كليات الطب وأطباء بالتدريس فى كليات الهندسة . كما أن هناك أبحاثاً مشتركة يقوم بها أساتذة فى الهندسة والطب جنباً إلى جنب .

وبموجب النظام الجديد أصبح الطلبة يدرسون برنامجاً مسبقاً يستمر لثلاث سنوات وفى نهاية هذه المدة يختار الطالب أحد طريقتين :

(أ) إما أن يحاول دخول المدرسة المهنية ، والشهادة الأولى فى هذه المدرسة هى شهادة الماجستير ويحصل عليها بعد سنتين .

(ب) وإذا فشل فى دخول المدرسة المهنية فإنه يدرس سنة رابعة فى مدرسة الدراسة العلمية المسبقة ويحصل على شهادة بكالوريوس فى العلوم ولا يعتبر حامل هذه الشهادة مهندساً . أما طلبة المدرسة المهنية فيخبرون بعد سنة من الدراسة فى المدرسة فى سلوك أحد سبيلين :

- ١ — سبيل مهنى يمكنهم عند اللزوم من الحصول على شهادة الدكتوراه فى الهندسة بعد شهادة الماجستير .
- ٢ — سبيل البحث العلمى ويمكنهم من متابعة البحث بعد الماجستير للحصول على شهادة الدكتوراه فى الفلسفة .

ويبدو أن الاتجاه الآن فى كثير من الكليات الهندسية إلى أن تحذو حذو « معهد رانسليز التكنولوجى » لجعل شهادة البكالوريوس شهادة علمية تحضيرية سابقة للشهادة المهنية الأولى وهى شهادة الماجستير .

### ٣ — مستقبل الأقسام التقليدية :

هناك تساؤل بدأ يظهر فى بعض الجامعات المعروفة حول ما إذا كانت الأقسام التقليدية كالهندسة المدنية والميكانيكية والكهربائية قد أصبحت قديمة ، وعمّا إذا كان وجود هذه الدوائر التقليدية يمنع من تدريس برنامج علمى هندسى مشترك .

وينادى البعض بالتقليل من الحدود والفروق بين الفروع الهندسية التقليدية مع توخى المرونة فى البرامج بين

#### ٤ - قرارات وتوصيات مؤتمر التعليم الهندسى بباريس (ديسمبر ١٩٦٨) :

كان نتيجة لمؤتمر التعليم الهندسى الذى عقد بباريس لمناقشة الاتجاهات الحديثة فى تعليم وتدريب المهندسين ، أن أمكن التوصل للقرارات والتوصيات التالية :

(١) يتحدد هيكل التعليم الهندسى فى أية دولة طبقاً لمستوى التطور الصناعى والموارد الاقتصادية واحتياجات البلاد من الطلاب . ويهم هذا الأمر الدول النامية بوجه خاص حيث يعد التعليم السكفء عامل جوهري فى تطويرها وتقدمها .

(٢) تقتضى سرعة التقدم التكنولوجى الاهتمام بالدراسات العليا ، وتؤكد دور البحوث الأساسية فى برامج التعليم ، إلى جانب الاهتمام بالبرامج الخاصة بمداومة تعليم المهندسين طوال حياتهم المهنية .

(٣) الاهتمام بالوسائل التوضيحية الحديثة كالمعينات السمعية والبصرية والحاسبات الألكترونية .

(٤) الاهتمام بالمشروعات باعتبارها وسيلة هامة للتعليم الهندسى إذ أنها تتيح للطالب فرصة الاحتكاك المباشر بواقع النشاط الصناعى العلمى ومشاكله .

(٥) ضرورة اشتغال المقررات على الدراسات والمشروعات التجريبية والنظرية التى تؤكد أهمية التصميم الخلاق ، بالإضافة إلى الدراسات الاجتماعية والاقتصادية وإدارة الأعمال ، مع إدراك أهمية تغافل الرياضيات والعلوم فى كل مستويات التحليل والتصميم الهندسى .

(٦) من المرغوب فيه إنشاء مراكز دولية مستقلة لتدريب وتبادل أساتذة الهندسة ومدرسيها بغرض خدمة احتياجات الدول النامية والصغيرة .

(٧) ضرورة تكوين هيئة ، لها من الأساليب والوسائل الخاصة ما يمكنها من نشر معلومات التقدم والتطور فى أساليب التعليم والمعرفة من المقررات والمناهج ونظم المعاهد على نطاق أوسع بكثير مما يجرى حالياً .

(٨) يجب أن يأخذ التعليم الهندسى فى الاعتبار مستقبلاً زيادة مسئوليات المهندس فى المجتمع ، ويستدعى ذلك اللجوء لتعليم أفسح أفقاً وتوجيهاً فى الانسانيات والعلوم الاجتماعية والاقتصادية والحوية ، على ألا يحدث ذلك على حساب خلفية الطالب فى العلوم الأساسية ، كما يجب أن يؤخذ فى الاعتبار حاجة المهندسين إلى العلوم الإدارية .

(٩) يجب أن نتعاون الجمعيات الهندسية والصناعية جنباً إلى جنب مع التعليم الثانوى لتقديم المعلومات عن فرص العمل فى الهندسة والتوجيه إليها ومواصلة هذا التوجيه لطلبة التعليم الهندسى العالى .

(١٠) يجب تشجيع المرأة للالتحاق بالتعليم الهندسى وتيسير اشتغالها بالمهنة لتحقيق كامل إمكانياتها فى هذا المجال .

(١١) يجب ألا يحرم أى طالب صالح للتعليم الهندسى من هذا التعليم بسبب موارده المالية .

(١٢) يجب تشجيع توسع الجامعات الحالية غير المركزة فى مكان واحد لتتيح فرصاً إضافية للتعليم كما كان ذلك أمراً مرغوباً فيه لتغطية احتياجات البلاد .



### رابعاً - دراسة مقارنة خطط الدراسة فى بعض الجامعات الأجنبية :

نعرض هنا خططاً للدراسة فى بعض الجامعات الأجنبية فيوضح الجدول رقم (١) دراسة مقارنة لعدد سنوات وساعات الدراسة فى بعض جامعات أوروبا وأمريكا ومنه يتضح التباين الكبير فى عدد سنين الدراسة الذى يتراوح بين سنتين فى جامعة (كمبردج) وخمس سنوات فى جامعات (زيورخ وآخن ودلفت) ، كما أن العدد الكلى لساعات الدراسة يتراوح بين ١١٠٠ فى جامعة كمبردج وحوالى أربعة أمثال هذا العدد أو بالتحديد ٤٠٣٠ ساعة فى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا .

وبفحص الخطط التفصيلية للدراسة فى جامعتى برديو وكاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية [ الجدولان (٢) ،

(٣) ] ، كذا فى جامعتى ستوتجارت وبرلين بألمانيا الغربية كما فى [ الجدولين (٤) ، (٥) ] ، نجد أن هناك تبايناً واضحاً بين هذه الخطط من حيث الاتجاهات التعليمية العامة إذ يبدو أن الجامعات الأمريكية تهتم اهتماماً كبيراً بالعلوم الإنسانية حيث تصل نسبتها فى المتوسط : ( أى لسنى الدراسة مجتمعة ) إلى حوالى ٢٧٪ فى خطط الدراسة المشار إليها ، فى الوقت الذى لا تكاد تهتم فيه الجامعات الألمانية بهذه العلوم . كما يتضح أن الجامعات الألمانية تفرد اهتماماً أكبر من الجامعات الأمريكية لمجموعة التطبيقات الهندسية حيث تصل نسبتها فى المتوسط إلى ٥٥٪ فى جامعة ستوتجارت ، فى حين أن هذه النسبة لا تزيد عن نصف هذا القدر فى الجامعات الأمريكية .

### جدول رقم ( ١ )

#### خطة الدراسة فى بعض جامعات أوروبا وأمريكا

جامعة	عدد سنوات الدراسة	العدد الكلى لساعات الدراسة	متوسط عدد ساعات الدراسة فى السنة	متوسط عدد ساعات الدراسة فى السنة
برمنجهام	٣	١٨٥٠	٦١٧	١٠٢٦
الكلية الإمبراطورية	٣	١٩٠٠	٦٣٣	٢١١
ماساشوستس	٤	٢٣٠٠	٥٧٥	١٩٢
برديو	٤	٢٨٨٠	٧٢٠	٢٤
دلفت	٥	٣٣٠٠	٦٦٠	٢٢
آخن	٥	٣٥٠٠	٧٠٠	٢٣٣
زيورخ	٥	٣٩٠٠	٧٨٠	٢٦
شتوتجارت	٤٥	٣٣٦٠	٨٤٠	٢٨
كاليفورنيا	٤	٤٠٣٠	١٠٠٨	٣٣٦
+ المشروع ٣ - ٦ شهور				

## جدول رقم ( ٢ )

خطة الدراسة بـ مدرسة الهندسة الميكانيكية بجامعة برادو لعام ١٩٦٢/١٩٦٣

(Purdue University, School of Mech. Eng.)

النسبة المئوية لمجموع المواد	مجموع عدد الساعات في الأسبوع	عدد ساعات الدراسة أسبوعياً				مواد الدراسة	توزيع
		السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة		
٢٣,٧٪	٢٣ { ٣ ١٥ ٤ أو ٦	٣ ٦ ٣ أو ٢	٠٠ ٣ ٢ أو ٣	٠٠ ٣ ٠٠	٠٠ ٣ ٠٠	أدب لغة علوم إنسانية تربية عسكرية	علوم إنسانية
٢٠,٩٪	٢٩ { ١٠ ٤ ٧ ٢ ١,٥ ٢,٥	٥ ٠٠ ٢ ٤ ١,٥ ٠٠	٥ ٤ ٢,٥ ٠٠ ٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠ ٢,٥ ٠٠ ٠٠ ٢,٥	رياضيات ميكانيكا فيزياء كيمياء عامة هندسة وصفية نظرية تحكم	علوم أساسية
٢٥,٢٥٪	٢٤,٥ { ٢,٥ ٣ ٢ ٥ ٣ ٥ ٢ ٢	٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠ ٠٠ ٢,٥ ٠٠ ٥ ٠٠ ٠٠	٠٠ ٣ ٢ ٢,٥ ٣ ٠٠ ٢ ٢	٢,٥ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠	مواد هندسية ميكانيكا الجوامد ميكانيكا الموائع ديناميكا حرارية انتقال حرارة دوائر كهربائية إلكترونيات تحليل هندسي	علوم هندسية
٢١,١٥٪	٢٠,٥ { ٠,٥ ١,٥ ٩ ٢,٥ ٢,٥ ٤,٥	٠,٥ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠ ٤ ٠٠ ٢,٥ ٠٠	٠٠ ١,٥ ٥ ٢,٥ ٠٠ ٢,٥	مقدمة هندسية مهنة هندسية تصميم الماكينات أساليب إنتاج قياسات تطبيقات هندسية (بالاختيار)	تطبيقات هندسية
١٠٠٪	٩٧	٢٤,٤	٢٤,٥	٢٤	٢٤	المجموع	

## جدول رقم ( ٣ )

خطة الدراسة بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا

(California Institute Of Technology)

النسبة المئوية لمجموعة المواد	مجموع عدد ساعات الدراسة في الأسبوع	عدد ساعات الدراسة أسبوعياً				مواد الدراسة	
		السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة		
%٢٦,٥	٣٥,٦	٤	٠٠	٠٠	٠٠	لغة الإنجليزية	علوم إنسانية
		٣	٠٠	٠٠	٠٠	تاريخ الحضارة الأوربية	
		٠٠	٠٠	٤	٠٠	تاريخ الولايات المتحدة	
		٠٠	٠٠	٤	٠٠	أصول الاقتصاد	
		٠٠	٠٠	٠٠	٠٠	أدب	
		٠٠	٠٠	٠٠	٠٠	علوم إنسانية	
		٠٠	٠٠	٠٠	٠٠	أحوال عامة	
		٢	٢	٢	٢	تربية بدنية	
%٣٦,٢٥	٤٨,٧	٨	٨	٦	٠٠	رياضيات	علوم أساسية
		٤	٠٠	٢	٠٠	ميكانيكا	
		٤	٨	٠٠	٠٠	فيزياء	
		٨	٠٠	٠٠	٠٠	كيمياء عامة	
		٠,٧	٠٠	٠٠	٠٠	هندسة وصفية	
%١٩,٥٥	٢٦,٣	٠٠	٠٠	٤	٠٠	مقاومة مواد	علوم هندسية
		٠٠	٠٠	٠٠	١,٣	اختبار مواد	
		٠٠	٠٠	٠٠	٤	ديناميكا	
		٠٠	٠٠	٢	١,٣	ميكانيكا الموائع	
		٠٠	٠٠	٠٠	٢,٧	ميتالورجيا فيزيائية	
		٠٠	٠٠	٠٠	٩	ديناميكا حرارية	
		٠٠	٠٠	٠٠	٢	علم اختياري	
		٠٠	٠٠	٠٠	٠٠		
%١٧,٧	٢٣,٨	٠٠	٢	٠٠	٦	تصميم الماكينات	تطبيقات هندسية
		٠٠	٢	٠٠	٠٠	مواد وأساليب	
		٠٠	٠٠	٠٠	٢	معمل ميكانيكي	
		٠٠	٠٠	٠٠	٢	أيدروأوليسكا	
		٠٠	٠٠	٧,٣	٠٠	هندسة كهربائية	
		٠٠	١,٥	٠٠	٠٠	تنظيم صناعي أو قانون هندسي	
		٠٠	٠٠	٠٠	١	مؤتمر هندسي	
		٠٠	٠٠	٠٠	٠٠		
%١٠٠	١٣٤,٤	٣٣,٧	٣٣,٥	٣٣,٦	٣٣,٦	المجموع	



## جدول رقم ( ٤ )

خطة الدراسة بمدرسة الهندسة العليا بشتوتجارت لعام ١٩٦٥ - ١٩٦٤

(TECHNISCHE HOCHSCHULE STUTTGART)

النسبة المئوية لمجموع المواد	مجموع ساعات الدراسة في الأسبوع	عدد ساعات الدراسة أسبوعياً				مواد الدراسة	
		المرحلة الثانية Dipl. Hauptprüfung		المرحلة الأولى Diplom Vorprüfung			
		السنة الرابعة	السنة الثالثة	السنة الثانية	السنة الأولى		
١٨٪	٢ { ١ ١	٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠	١ ١	٠٠ ٠٠	فانون اقتصاد	علوم إنسانية
١٧,٩٥٪	٢٠ { ١٠ ٦ ٢ ٢	٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠	٢,٥ ٣ ٢ ٠٠	٧,٥ ٣ ٠٠ ٢	رياضيات فيزياء كيمياء هندسية وصفية	العلوم الأساسية
٢٤,٧٥٪	٢٧,٥ { ٢,٥ ٩ ١,٥ ١,٥ ٤ ٢,٥ ٣,٥	٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٣ ٠٠	١,٥ ٠٠ ١,٥ ٠٠ ١,٥ ١,٥ ٠٠	٠٠ ٤ ٠٠ ٠٠ ٢,٥ ٠٠ ٢,٥	١ ٥ ٠٠ ٢,٥ ٠٠ ٠٠ ١	مقاومة مواد ميكانيكا هندسية ميكانيكا الموائع فلزات ( ميتالورجيا ) ديناميكا حرارية علم اختياري كهرباء	العلوم الهندسية
٥٥,٦٪	٦٢ { ١٥ ٦ ٥ ٣٦	٠٠ ١ ٠٠ ٢١	٠٠ ١ ٣ ١٥	٩ ٠٠ ٠٠ ٠٠	٦ ٢ ٠٠ ٠٠	إنشاء وتصميم الماكينات هندسة إنتاج معمل مكينات مواد تخصص تطبيقية ( مجموعتان ) المشروع	التطبيقات الهندسية
١٠٠٪	١١١,٥	٢٥	٢٥	٢٩,٥	٣٢	المجموع	

## جدول رقم ( ٥ )

خطة الدراسة في المرحلة الأولى (Diplom-Vorprüfung)

بكلية الهندسة الميكانيكية بجامعة برلين الفنية لعام ١٩٦٣ - ١٩٦٤

(Technische Universität Berlin, W. Germany)

النسبة المئوية لمجموع المواد	مجموع عدد ساعات الدراسة في الأسبوع	عدد ساعات الدراسة أسبوعياً			مواد دراسية	
		السنة الأولى	السنة الثانية	نصف السنة الثالثة		
%٤٨,٩	٣٣,٥ { ١١ ١٢ ٦ ١,٥ ١ ١	٦	٥	٠٠	رياضيات	علوم أساسية
		٦	٦	٠٠	ميكانيكا	
		٤	٢	٠٠	فيزياء	
		١,٥	٠٠	٠٠	كيمياء غير عضوية	
		١	٠٠	٠٠	كيمياء عضوية	
		٢	٠٠	٠٠	هندسة وصفية	
%٢٢,٦٤	١٥,٥ { ٧ ٥ ٣,٥	١	٤	٢	مواد هندسية	علوم هندسية
		٠٠	٢	٣	ديناميكا حرارية	
		١	١,٥	٠٠	نظريات كهربية	
%٢٨,٤٦	١٩,٥ { ١٣ ٣,٥ ٣	١	٧	٦	تصميم الماكينات	تطبيقات هندسية
		٣,٥	٠٠	٠٠	هندسة ميكانيكية	
		٠٠	٠	٣	معمل ماكينات	
%١٠٠	٦٨,٥	٢٧	٢٧,٥	١٤	المجموع	

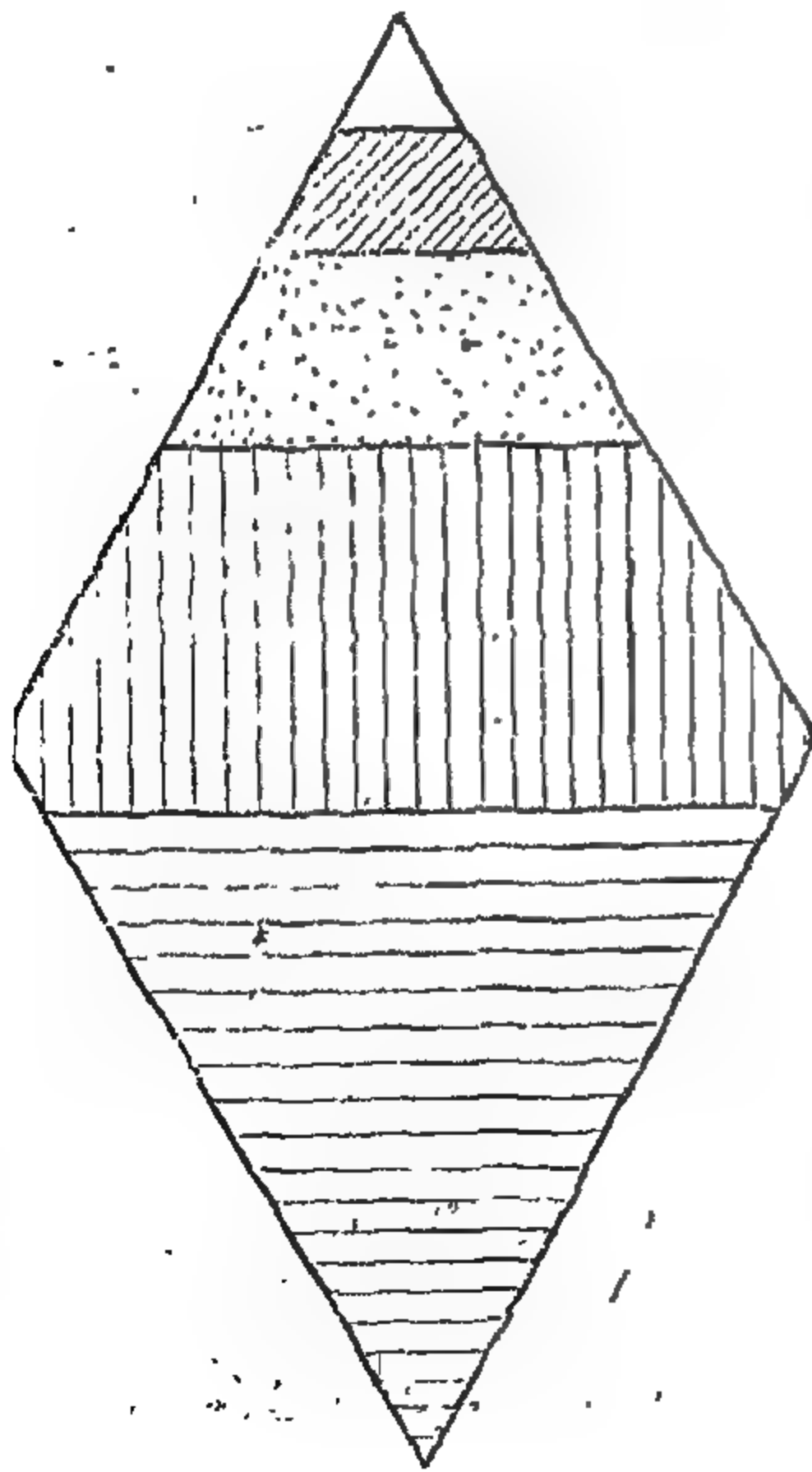
## ملحوظة :

تشمل الدراسة في المرحلة الثانية وهي مرحلة الدبلوم ، على مواد دراسية متخصصة في مجالات كثيرة كتوليد القدرة ، ومعدات النقل ، والسكك الحديدية ، وهندسة الإنتاج ، والمواد الهندسية Engineering Materials ومعدات نقل القدرة ، والتدفئة والتبريد والإدارة الصناعية ومعدات التناول والرفع وغيرها وتعتمد الدراسة في هذه المرحلة لفترة ٢,٥ سنة دراسية .

## جدول رقم ( ٦ )

دراسة مقارنة للنسب المئوية المتوسطة لمجموعات المواد في بعض خطط الدراسة

خطـة الدراسة	مجموعة العلوم الإنسانية	مجموعة العلوم الأساسية	مجموعة العلوم الهندسية	مجموعة التطبيقات الهندسية
جامعة اردو « جدول رقم ٢ »	٢٣,٧٪	٢٩,٩٪	٢٥,٢٥٪	٢١,١٥٪
« معهد كليفورنيا للتكنولوجيا « جدول رقم ٣ »	٢٦,٥٪	٣٦,٢٥٪	١٩,٥٥٪	١٧,٧٪
مدرسة الهندسة العليا بشتوتجارت « جدول رقم ٤ »	١٨٪	١٧,٩٥٪	٢٤,٦٥٪	٥٥,٦٪
كلية الهندسة الميكانيكية ببرلين « جدول رقم ٥ »	صفر ٪	٤٨,٩٪	٢٢,٦٤٪	٢٨,٤٦٪
خطـة الدراسة المقترحة « جدول رقم ٦ »	٨,٦٥٪	٢٧,٥٥٪	٢٧,٠٨٪	٣٦,٧٢٪



الحلياء والباحثون  
 المهندسون والتكنولوجيا  
 الفنيون "التقنيون"  
 العمال المهرة ونصف المهرة  
 العمال العاديين

شكل رقم ٦ الفروع الهندسية في الدول المتقدمة

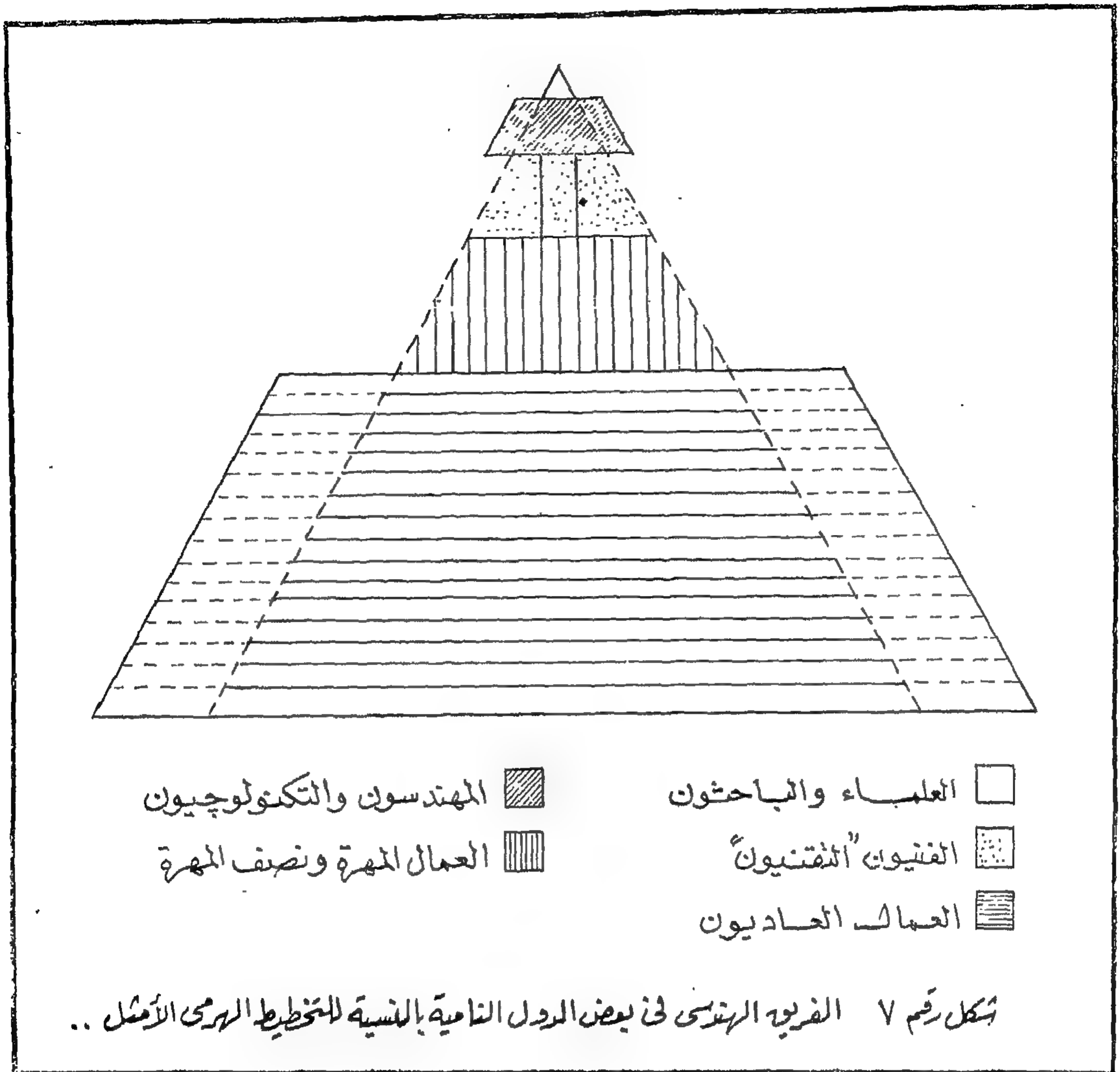
خامساً - عوامل تقدم التعليم الهندسي في الدول النامية :

## ١ - الفنيون :

يشغل الفنيون مركزاً وسطاً في درجات الترتيب الصناعي بين العمال المهرة والمهندسين ويمثل الفنيون الفئة الوسطى من أفراد المجموعة الهندسية ، وهذا المركز يستطيع أن يصل إليه العامل الماهر بعد مرانه عدة سنوات في خبرة عملية وحصوله على تدريب إضافي ، كما يمكن إعداد الفني بالمستوى المطلوب منذ بداية عهده على أن يستكمل خبرته العملية : بعد الشحافة بالعمل .

ولم يظهر حتى الآن في عديد من الدول المتقدمة ولا سيما الدول الغربية ما يشير إلى ضرورة قيامها بتنسيق القواعد





القوى العاملة المدربة زيادة التركيز على الفنيين الذين تزداد وظائفهم فى العدد والأهمية يوماً بعد يوم ، بحيث يستطيع الفني بعد فترة من التدريب المناسب أن يقوم بالكثير من الأعمال التى يقوم بها المهندسون والتكنولوجيايون المؤهلون فى الوقت الحالى .

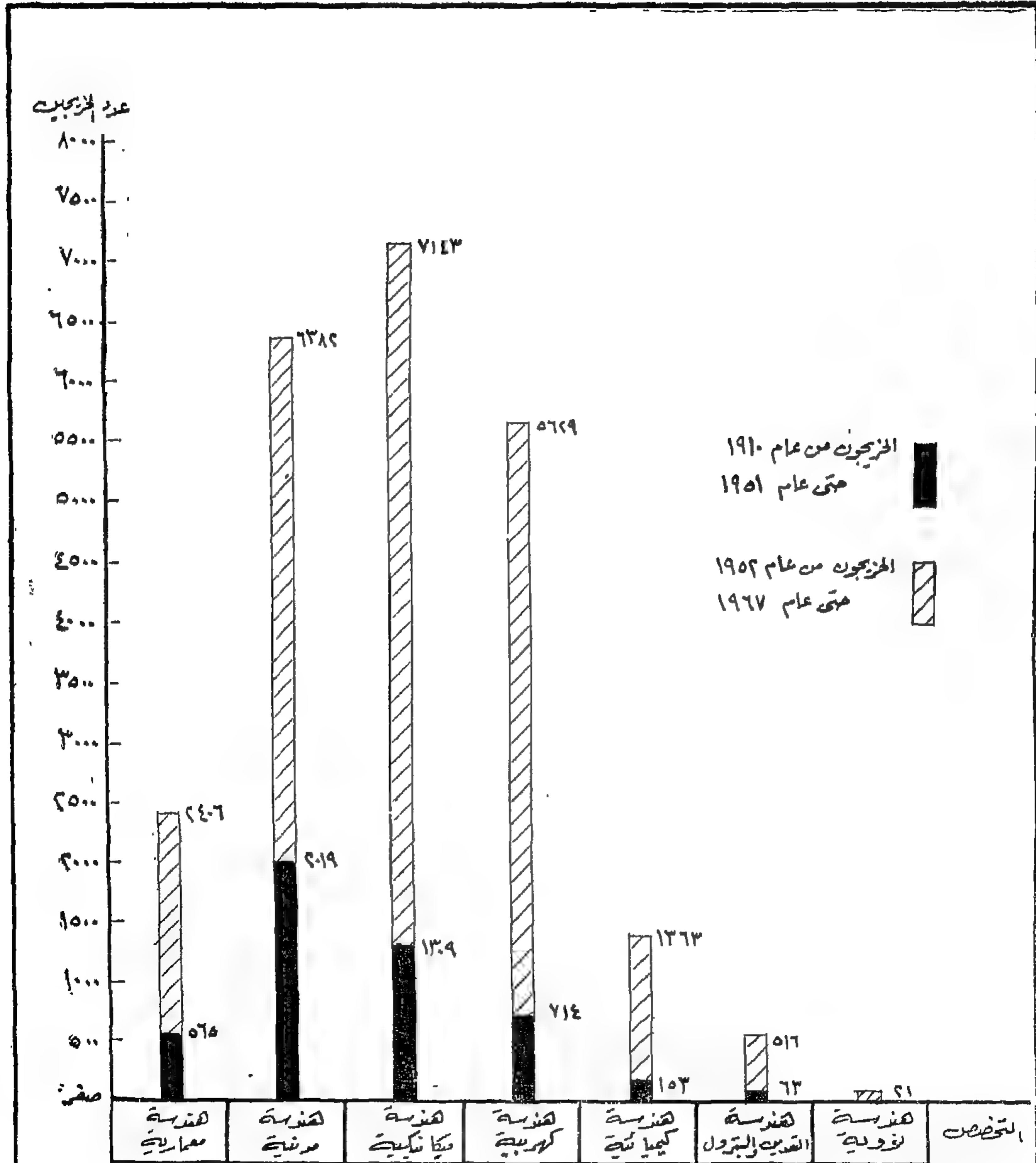
ويمكننا أن نلاحظ أن معظم من يشغل مركز الفني فى الجيل الحالى وهم قلة إما أن يكون قد تقدم إلى هذا المركز من بين العمال المهرة أو ممن فشل فى محاولته للوصول إلى مؤهل فنى عالى ، ومن الواضح أن هذا الأسلوب يعجز عن مواجهة

المنظمة لتدريب الفنيين نظراً لتعدد المستويات الفنية الجارى تطبيقها فى معظم هذه الدول . ولقد زادت الحاجة إلى تدريب الفنيين بسبب كثرة الإقبال على المهندسين مع المطالبة برفع مستواهم العلمى والعملى بينما لم يتزايد الطلب على العمال المهرة بنفس الدرجة ، بل اتجه الأمر إلى تقصير مدد إعدادهم وتدريبهم خلال ربع القرن الماضى مما أدى إلى اتساع الفجوة بين المهندس والعامل الماهر التى يلتزم الفني المدرب ملئها .

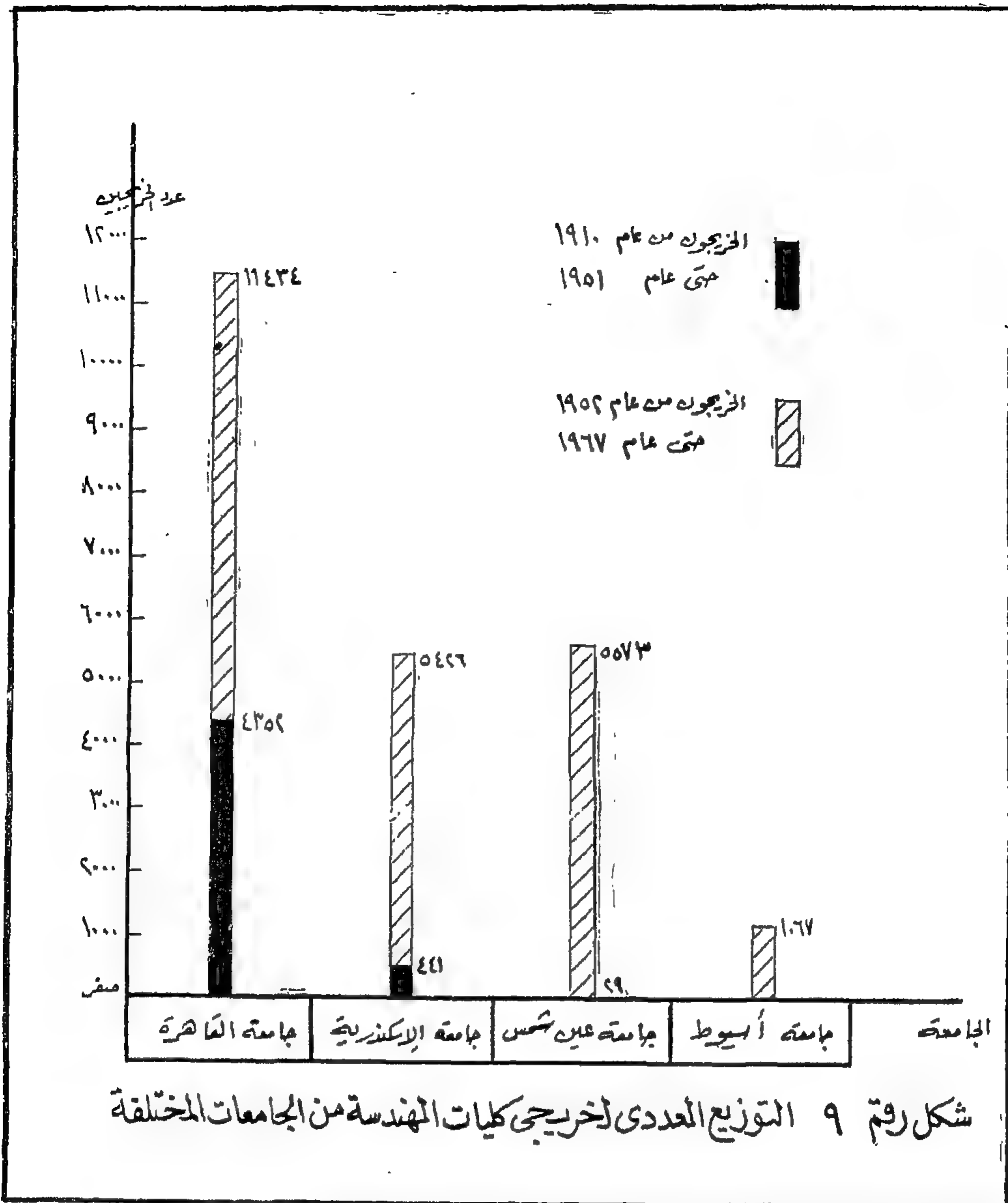
وعلى الدول النامية ألا تكرر أخطاء الدول المتقدمة فى هذا المجال ، بل على العكس يقتضى الأمر عند التوسع فى

شاملة مدروسة لعلاج العجز في قوة العمل الوسطى - سيؤدي إلى أن كثيراً من المهندسين والتكنولوجيايين الجدد سيجدون أنفسهم يقومون بأعمال الفنيين دون أن يعدوا لذلك سواء من الناحية الفنية أو النفسية .

سرعة التعميد الفني في المعدات الهندسية ومشاكل صناعتها واستخدامها وصيانتها ، كما يقصر عن مقابلة مطالب التنمية الاقتصادية وتخصصاتها . ولهذا فإن تركيز الاهتمام وتسخير الطاقات لعلاج العجز في المستويات العالية دون وضع خطة



شكل رقم ٨ التوزيع العددي لخريجي كليات الهندسة تبعاً لتخصصاتهم



البلاد المتطورة اقتصادياً ، لأنها تقابل احتياجات الاقتصاد النامي وتواجهه ، كما أنها أكثر ملائمة من ناحية التكاليف المتعلقة بالتدريب ، ذلك لأن تدريب الفني الواحد أقل بحوالي النصف من تكاليف تعليم المهندس ، وهذا راجع إلى قصر مدة الدراسة من ناحية وانخفاض مراتب أفراد هيئة التدريس نسبياً من جهة أخرى . ومن الممكن إتمام هذا النوع من إعداد وتدريب الفنيين خارج قاعات المعاهد الفنية بالمراسلة وبالتدريب الإضافي للعامل المهرة في المصانع .

وتبلغ نسبة المهندسين إلى الفنيين في الاتحاد السوفيتي ٢ : ١ وفي الولايات المتحدة الأمريكية ١ : ١ ، في حين أنه أولى للدول النامية أن تأخذ بنسبة لا تقل عن ١ : ٣ في إعداد خطة أفرادها الفنيين . ويوضح البيان الوارد في الصفحة التالية بعض البيانات الإحصائية عن الفنيين والمهندسين في بعض الدول المتقدمة .

وتعتبر زيادة عدد الفنيين والاعتماد عليهم من سمات

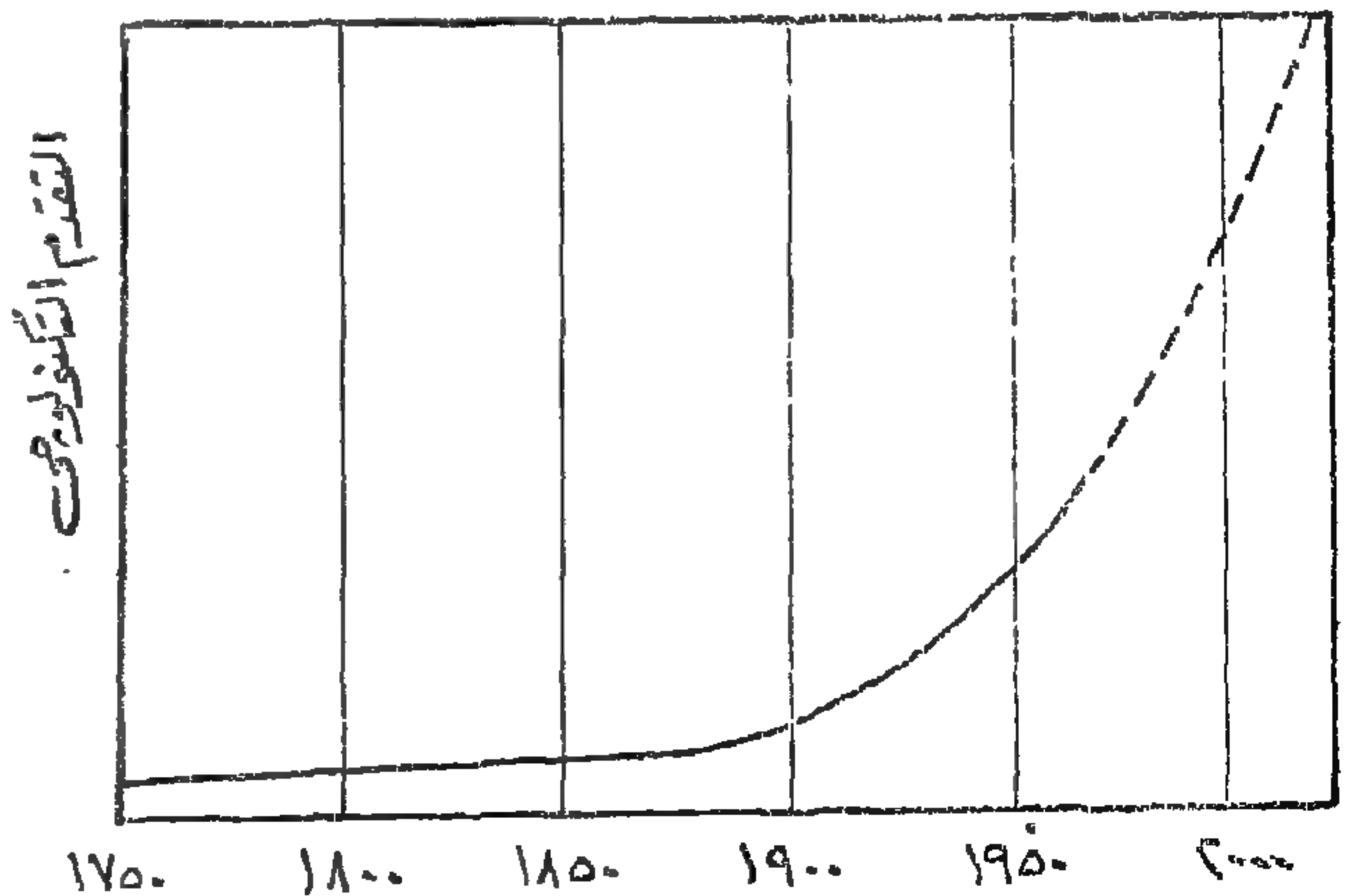


وهناك صلة وثيقة بين مشكلة المعجز في عدد الفنين وبين التقدير المادي والركز الاجتماعي لهذه الفئة ، وهذه المشكلة لا تحل باجراءات تتخذ داخل النظام التعليمي فقط بل يجب أن تستكمل هذه الإجراءات بتوفير الحوافز المادية والأدبية أفضل مما هي عليه الآن ، إلى جانب كفالة مركز اجتماعي أوضح يتناسب مع طبيعة دور الفنين وأهميته في المجتمعات النامية ويتناسب أيضاً مع حجم المسؤولية الملقاة على عاتقهم .

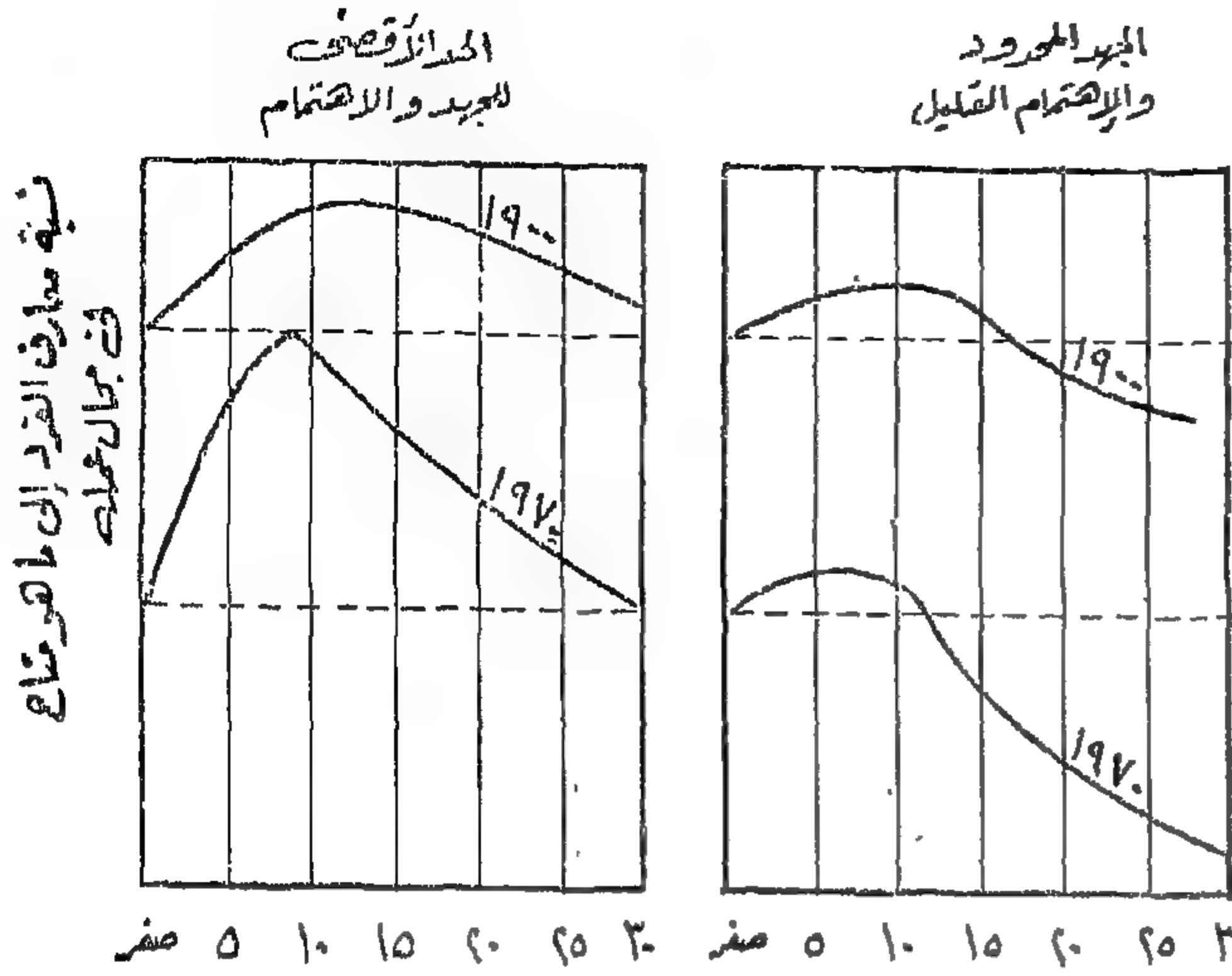
### ٣ - التعليم الهندسي المنظم :

يصعب تحت ظل نظام الجامعة العامة التي تضم كليات مختلفة التركيز الكافي على المطالب المتزايدة نحو التعليم الهندسي ، لذلك فإن نظام المعاهد الفنية العالية في أواسط أوروبا والاتحاد السوفيتي ، والذي ازداد انتشاراً في كل من بريطانيا وأمريكا ، يصبح أكثر مناسبة للدول النامية .

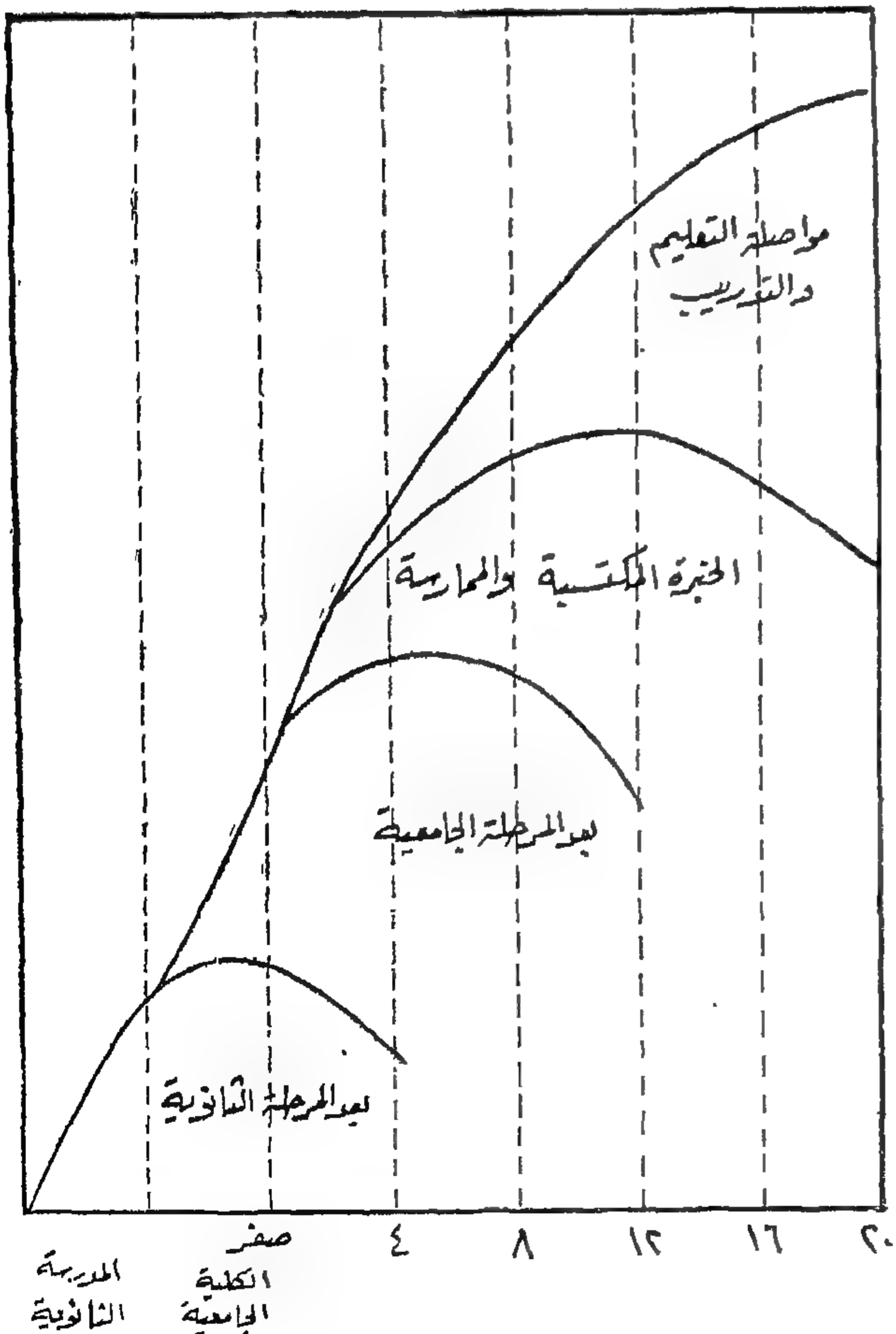
ويمكن تحقيق وفر كبير بتجنب الازدواج في الكليات التكنولوجية والأقسام ذات التخصص العالي بالجامعات نظراً للتكاليف المرتفعة للمعدات ونقص هيئة التدريس . كذلك يمكن أن يحقق هذا النظام تعزيزاً لمبدأ التعاون بين كليات الهندسة والمصانع والمشروعات الهندسية حيث يصبح الأمر أكثر قبولاً لما يتيح هذا من سهولة الاتصال بين الصناعة النامية والأقسام القوية الراغبة في المعاونة ، وما يتيح ذلك تبادل من الخبرات والمعلومات العلمية والفنية .



شكل رقم ١٠ بياني توضيحي للتقدم التكنولوجي  
ابتداء من سنة ١٧٥٠ حتى سنة ٢٠٠٠



شكل ١١ بياني توضيحي لمدى تفاوت المعارف الهندسية مع المجال التكنولوجي - من عام ١٩٠٠ إلى ١٩٧٠



شكل رقم ١٢ بياني توضيحي عن مدى إسهام المدرسة الثانوية والكلية الجامعية والدراسة التكميلية في قدرات الفرد

بيانات عن الفنيين في بعض الدول المتقدمة

( ١ ) فرنسا وألمانيا الاتحادية عام ١٩٦٤ :

ألمانيا الاتحادية	فرنسا	
٨٠ ٠٠٠	١٢٠ ٠٠٠	إجمالي عدد المهندسين
٦ ٠٠٠	٤ ٠٠٠	معدل تخرج المهندسين سنوياً
٢٥٠ ٠٠٠	٨٠ ٠٠٠	إجمالي عدد الفنيين من المستوى العالي
١٢ ٠٠٠	٢ ٥٠٠	معدل تخرج الفنيين من المستوى العالي سنوياً
٣,١ : ١	٠,٦٦ : ١	نسبة المهندسين إلى الفنيين من المستوى العالي

( ب ) الاتحاد السوفيتي :

١٩٦٣	١٩١٣	
٣٣١٢ ٠٠٠	١٣٦ ٠٠٠	الحاصلون على تعليم جامعي
٦٢٨٦ ٠٠٠	٥٩ ٠٠٠	الفنيون
١,٤٥ : ١	٠,٤ : ١	نسبة الحاصلين على تعليم جامعي : الفنيين
٣٣٢ ٥٠٠	١٢ ٢٠٠	خريجو التعليم الجامعي
٥١١ ٨٠٠	٧ ٤٠٠	خريجو معاهد الفنيين
١,٥ : ١	٠,٦ : ١	نسبة خريجي الجامعات إلى الفنيين
١٢٢ ٠٠٠		خريجو التعليم الجامعي في قطاعات الصناعة والإنشاءات والمواصلات
٢٣٨ ٠٠٠		الفنيون في قطاعات الصناعة والإنشاءات والمواصلات
١,٩٥ : ١		نسبة خريجي التعليم الجامعي إلى الفنيين في قطاعات الصناعة والإنشاءات والمواصلات

( ح ) الولايات المتحدة الأمريكية :

١٩٦٤	١٩٥٠	
١٠٠٠ ٠٠٠	٥٠٠ ٠٠٠	المقيدون في السجلات « ذات العامين »
٧١٩		عدد السجلات الوسطى ذات العامين
%٧٠	%٢٠	المقيدون من المدرسة العليا قد زادوا من

( د ) مقارنة بين فرنسا والولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي عام ١٩٦٤ :

١٠ : ١	نسبة الفنيين إلى العمال المهرة في الاتحاد السوفيتي
٣٠ - ٢٥ : ١	نسبة الفنيين إلى العمال المهرة في الولايات المتحدة وفرنسا

## ٣ - هيئات التدريس :

تزداد نسبة عدد الطلاب إلى هيئات التدريس عن القدر المناسب بزيادة الضغط المتواصل لتعليم المزيد من المهندسين ، ولما كان من المتعذر الاعتماد على أساتذة أجنبية لمدة طويلة فيتعين اتخاذ كل الوسائل التي من شأنها الإسراع في الدراسات التكميلية المؤدية لدرجتي الماجستير والدكتوراه لمواجهة الاحتياجات المتزايدة من مدرسي وباحثي المستقبل ومصمميهِ . ولما كان من الصعب على الأفراد مواصلة التدريب العملي بعد هذه الدراسات العلمية العنيفة ، لذلك يصبح من المرغوب فيه بل من الضروري أن يكتسب مثل هؤلاء الدارسين خبرات عملية قبل الالتحاق بالدراسات العليا ، بحيث يتيسر لهم قبل الالتحاق بمهنة التدريس أن يكتسبوا مزيداً من الخبرات المهنية .

وقد لوحظت ظاهرتان تؤثران على موقف عمالة هيئة التدريس في كثير من الدول النامية وهما :

(١) استخدام بعض أعضاء هيئات التدريس للسلطات كنقطة انطلاق لمستقبل آخر أفضل في الصناعات النامية ، لأنه بالرغم مما هو معروف بأن هناك ميزات معنوية عديدة في نظام الحياة الجامعية إلا أنه ما لم يتحسن مستوى المرتبات وظروف الخدمات بحيث ترتفع إلى المستوى المناسب بالمقارنة مع مجالات الصناعة فإن تحظى مهنة التدريس بالإقبال الكافي من المهندسين الراغبين في العمل ، ولن تستطيع أن تتغلب على منافسة الصناعة لها أو على إغرائها لهم .

(ب) انتقال المهندسين والعلماء من الدول الأقل نمواً إلى الدول المتقدمة بسبب التباين الموجود في النواحي الثقافية والعلمية والاجتماعية والاقتصادية بين المناطق المختلفة في مراحل النمو ، وهذا يؤدي إلى عرقلة جهود الدولة في الدرجات الأولى من سلم التنمية . لذلك يتعين على الدول النامية أن تنقبه إلى أنه من السهل تدريب بعض المواطنين ليصبحوا مهندسين ، ولكن الأمر ليس كذلك بالنسبة لتهيئة الجو الذي يمنعهم من الهجرة إلى الدول الأكثر تقدماً التي تشجعهم بشتى الطرق وبمختلف الحوافز على ذلك .



# هجرة الكفاءات من العالم العربي

للسيد مالكولم س. ارلينشيا

## المسألة :

هجرة الكفاءات من العالم العربي ، تلك ولا ريب عبارة تتضارب من حولها الآراء. والموضوع الذى أتناوله اليوم ، وهو هجرة الكفاءات فى البلاد العربية وسبل الوقاية منها ، إنما هو من نوع السؤال الإيجابى المؤلف الذى يطلب من المرء متى كف عن ضرب زوجته ، وتكون الإجابة عليه ، بأن كان ذلك بالأمس أو اليوم . فهو موضوع مشحون بالعناصر الأخلاقية والانفعالية . وكما ذكرت الدراسة التى قام بها الكونجرس الأمريكى عن الموظفين<sup>(١)</sup> ، فإن العبارة ذاتها « هجرة الكفاءات » بما تنطوى عليه من معانى الانتقاص والاستنهاض ، عبارة ابتدعها البريطانيون لوصف خسائرهم خلال السنوات الأخيرة من العلماء والمهندسين والأطباء بسبب الهجرة . وقد صور أحد وزراء بريطانيا هذه المشكلة تصويراً مثيراً حينما قال بأن هجرة الكفاءات لم تكن فقط أهم بنود ميزان مدفوعات البلد ، وإنما قد تفضى أيضاً إلى بقاء الحقول فى الهند وأفريقيا غير منزرعة لكى تتمكن أمريكا من إنزال إنسان على القمر<sup>(٢)</sup> . وإلى هذا ، فقد خلصت إحدى الدراسات التى أجريت على هذا الموضوع فى الجمهورية العربية المتحدة تحت رعاية اليونسكو ، إلى نتيجة تلقت النظر ، ومؤداها أن الجمهورية العربية المتحدة ترى أن عمليات هجرة الكفاءات إنما هى عمليات غير أخلاقية<sup>(٣)</sup> .

وفى استطاعتي أن أصل الحديث على هذا النحو. لكننى أرى إزاء هذا الطابع الانفعالى الزائد عن الحد ، أنه من الأهمية بمكان أن نحدد معالم الموضوع أولاً ، وأن نشير باختصار إلى ما لن يتطرق إليه بحثنا ، قبل النظر فى مدلول هجرة الكفاءات العربية ، وفى مدى إتساع هذه الهجرة . ونحن لن نبحث هنا فى الهجرات بصفة عامة وهى حقيقة تاريخية ، بل ونافعة بالفعل ، كما تعد حدثاً جغرافياً هاماً . إذ على الرغم من ميل الإنسان إلى توطين

---

(١) The Brain Drain to the United States of Scientists, Engineers and Physicians : A Staff Study. House of Representatives, Washington, D.C., 1967.

(٢) W. Adam, The Brain Drain, New York, 1968.

(٣) م. قريظم ، ن . حمدى : هجرة الكفاءات من الجمهورية العربية المتحدة ، القاهرة ١٩٦٦ .

نفسه والإقامة في مكان بذاته ، وميله كذلك إلى النظر إلى نفسه على أنه مركز لنظام الكواكب ، بل ولكون بأسره ، مما يؤدي به ، على غرار ديك روستاند ، إلى الصحو منع شروق الشمس والنوم مع غروبها ، إلا أننا جميعاً باعتبارنا بلاداً ، كالجمهورية العربية المتحدة أو الولايات المتحدة الأمريكية ، والهند أو العراق ، والبرازيل أو البحرين ، وباعتبارنا كذلك شعوباً ، كالأردنيين والجامايكيين ، والسوريين والأسكنديين ، إنما نعد ثمرة للهجرات الكبيرة التي حدثت في الماضي . والسكان الأصليون في عالمنا هذا ، لا يحتلون منزلة تاريخية خاصة . ولا ينفردون بامتياز جغرافي معين سواء أكانوا من الإسكيمو أو الهنود في نصف العالم الغربي . أو من الفينيقيين أو القرطاجيين في الشرق الأدنى . أو من الليموريين أو السومريين في آسيا .

ومن ناحية أخرى ، فإننا حينما نتحدث عن هجرة الكفاءات لا يذهب تفكيرنا إلى هذا التقليد الجوهري العريق الذي هو تقليد التعاون الدولي بين الدارسين ، وخاصة العلماء ، قديمة قدم العلم نفسه . إذ يرجع تاريخها إلى العصور الذهبية للحضارة الإفريقية الرومانية والحضارة العربية ، بل هو يعود إلى أبعد من ذلك التاريخ ، إلى الثقافتين الهندية والصينية المترابطتين . فأسماء هرمس وطاليس وبطليموس وستراتون ، والبيروني والبطاني ، وفاهين وكاديليا ، إنما هي أسماء تذكرنا بالأخوة الدولية التي يمثلها العلم والمعرفة على الدوام . وفي الحقيقة . فإن تداول المعارف على المستوى الدولي ، وتحرك العلماء من بلد إلى آخر يعدان جزءاً لا يتجزأ من تقدم الإنسان ومن تطور تاريخه العلمي والثقافي . ولقد أبرزت الدراسة التي وضعتها الجمهورية العربية المتحدة هذه الناحية الجوهريّة للهجرة العلمية والثقافية . كما أنها استبعدت من تحليلاتها بصورة خاصة ، البرامج المعتمدة للدراسة في الخارج وإعارات المتخصصين من أبناء ج . ع . م . إلى الدول العربية وغير العربية وإلى المنظمات الدولية ، على اعتبار أن هذه الإعارات تمثل التزامات أدبية ؛ كما أنها تتماشى مع مبادئ الأخوة الإنسانية ومبادئ التعاون الدولي<sup>(٤)</sup> .

وفضلاً عن ذلك فإن التحركات الإنسانية سالفة الذكر تنطوي على مضمون أخلاقي . فمنذ أكثر من خمسة عشر عاماً سابقة على يومنا هذا الذي غدت فيه هجرة المؤهلين مشكلة ملحة ، خلصت ندوة لليونسكو عن الهجرة إلى المغزى الآتي :

« إن الهجرة أثر من آثار التضامن الإنساني ، وتحد لضيق الأفق في التفكير الذي أبقى الإنسان طوال أجيال عديدة في خوف وحذر من الغرباء ، محصوراً في دائرته الضيقة

(٤) أنظر الهامش رقم (٣) .

المتماثلة الآمنة . أما بالنسبة للمهاجر فإن انتزاعه من جذوره يبرهن على ثقته في قدرته على العيش بين من لا يعرفهم ومن هم على غير شاكلته . وأما بالنسبة للبلد المضيف فإن انفتاح أبوابه أمام المهاجرين إنما يشهد على قيمة مؤسساته وعلى قدرته على استيعاب الأجنبي والغريب . وفي عالم تنحصر مشاكلة بصورة متزايدة في مقدرة الغرباء على المعيشة معاً . فإن من الثمار الإيجابية للهجرة أن المهاجرين برهنوا بصورة حية على توافر هذه المقدرة<sup>(٥)</sup> .

### الحقائق

فما هي الحقائق في موضوع هجرة الكفاءات من البلاد العربية ؟ إنني أعرض فيما يلي ثلاثة جداول في محاولة غير مرضية بالكامل رداً على هذا السؤال . يتضمن الجدول الأول منها البيانات الكمية لهجرة الأشخاص المهرة ، وخاصة هجرة علماء الاجتماع ، والعلماء في العلوم الطبيعية ، والمهندسين ، والأطباء والمرضات من ثمانية بلاد عربية إلى الولايات المتحدة وكندا ، وبيانات جزئية عن هجرتهم إلى فرنسا ، خلال فترة السنوات الخمس من عام ١٩٦٢ إلى عام ١٩٦٧ . ويوضح هذا الجدول أيضاً خريجي التعليم العالي من الطلاب العرب في الفروع المذكورة خلال عام ١٩٦٧ .

ويوضح الجدول الثاني اتجاهات هجرة العلماء والمهندسين والأطباء من خمس دول عربية إلى بلد واحد ، هو الولايات المتحدة الأمريكية خلال فترة عشر سنوات من عام ١٩٥٦ إلى عام ١٩٥٧ .

ويورد الجدول الثالث بالنسبة لثمانية بلاد عربية والبلاد العربية الأخرى معاً ، المجموع الكلي لطلاب التعليم العالي ، وتوزيع هؤلاء على معاهد المنطقة ومعاهد الغرب في ميادين العلوم الاجتماعية ، والعلوم الطبيعية ، والهندسية ، والعلوم الطبية خلال عام ١٩٦٧ . ويوضح العدود الأخير من هذا الجدول الطلاب غير العرب الملتحقين بمعاهد عربية للتعليم العالي :

وينبغي لي الآن ، وبعد عرض الحقائق بقدر ما هو متوافر منها لدى ، أن أشرع فوراً في إيضاح قصورها . فالحقائق غير كاملة ، حتى بالنسبة للدول التي وردت عنها بيانات مفصلة ، أي بالنسبة لست أو ثمان من بين خمسة عشرة دولة عربية . ولا تتوافر إحصاءات دقيقة شاملة نسبياً عن هجرة الكفاءات إلا بالنسبة لبلد واحد هو الولايات المتحدة الأمريكية ، وقد جمعها الحكومة والكونجرس وجمع من الباحثين ومؤسسات البحث . وتوجد كذلك إحصاءات خاصة بكندا وبعض البيانات من فرنسا . أما بالنسبة لعدد من البلاد الأخرى ، مثل أستراليا التي استقبلت خلال عام ١٩٦٧/٦٦ ، ١٢٨٥ مهاجراً من الجمهورية العربية المتحدة و ١٨٠٠ من لبنان ، والمملكة المتحدة التي استقبلت في عام ١٩٦٦ ، ١٤١ مهاجراً ماهرًا من البلاد النامية ، وجمهورية ألمانيا الاتحادية التي تستقبل وتستخدم عدداً غير معروف من المهندسين والأطباء من العالم العربي ، فلا توجد عنها إحصاءات منظمة وإلى هذا ، لا يحتفظ أي بلد عربي أو أي بلد نام بسجلات عن هجرة أبنائه المهرة . وقد اعتمدت في الجدولين الأول والثاني على الإحصاءات التي تصدرها بلاد المهجر . ومن نتائج النقص في هذه المعلومات الأساسية أننا نميل إلى تركيز اهتمامنا وحنقنا على أولئك الذين يؤدون واجبهم ويقدمون مثل هذه المعلومات .

وإلى هذا فإن الإحصاءات التي عرضتها تعد نوعاً ما ، مضللة لأنها عبارة عن أرقام إجمالية شاملة لا تدخل في حسابها ما تسميه دراسة الجمهورية العربية المتحدة بالتدفق العكسي

(٥) The Positive Contribution by Immigrants, UNESCO, Paris, 1955.



## جدول

هجرة الكفاءات من بعض البلاد العربية خلال الفترة من ١٩٦٢

البلد	مجموع الخريجين العرب	أرباب المهنة		الخريجون	مهندسون			الخريجون	علماء طبيعون		
		هاجروا إلى			هاجروا إلى				هاجروا إلى		
		الولايات المتحدة	كندا		الولايات المتحدة	كندا	فرنسا (د)		الولايات المتحدة	كندا	فرنسا (د)
الجزائر	٦٤٤	٩٨	٨	٦٨	٤	١	—	١٣٤	١	٢	—
العراق	٥٠٤٧	٦٠٨	٤٩	٥٨١	١٢٢	١٣	١	٤٧٠	٥٢	٨	٤
الأردن	١٣٠٨	٦٣٦	٥٨	٧٧	٧٩	—	—	٢٠	٣٨	٣	—
لبنان	٢١٤٩	٥٢٧	٤٠٩	١٢١	١٧٧	١٩	١٢٩	٢٧٩	٧٢	٨	٢٤
المغرب	٩٢٧	١٨٣	١٦٧	٣٨	١٢	٤	١٢٩	٢٩٥	٣	١٣	١٤
سوريا	٣٠٣٠	٣١١	٧٣	١٩٥	٨٣	٥	٥٦	٢٥٩	٢٣	٢	٩
تونس	٥٦٦	٢٣	٨	—	١	—	٩٤	٤٩	٥	—	١١
ج.ع.م	٢٦٨٨٨	١١٨١	١٢٢٢	٣٢٠٦	٨٩	١١٦	٤٤	١٧٠٩	٥٧	٦٨	١٣
دول عربية أخرى	١٦٨٥	—	—	٢٢١	—	—	—	٩٥	—	—	—
مجموع ( الدول العربية أعلاه )	٤٢٤٤	٣٥٨٧	١٩٤٤	٤٥٠٠	٥٦٩	١٥٨	٤٥٣	٣٢١٠	٢٥١	١٠٤	٧٥
مجموع سائر البلاد النامية إلى الولايات المتحدة		٥٨٠٤٤			١٠٧٨٧				٣٩٧٨		

رقم (١)

١٩٦٧ (أ) وعدد الخريجين العرب في عام ١٩٦٧ (ب)

المرضى	أطباء			المرضى	علماء اجتماع			المرضى
	هاجروا إلى				هاجروا إلى			
	فرنسا (د)	كندا	الولايات المتحدة		فرنسا (د)	كندا	الولايات المتحدة	
—	—	١	—	—	—	—	—	٩٨*
—	—	١٠	١	٣٨٩	—	—	٣	١٠٢٠*
—	**٢	١٧	١	٤٦	—	—	٧	١٣٣
—	١٠	٦٢	—	٢٠٣	١	١١	٤١	٢٥١
—	**٢	٩	٦	٠٣٤	٦	—	—	٥٩ (ج)
—	٢	٦	٤	٢٤٠	—	١	٣	٣٥
—	**١	٢	٣	—	—	—	١	٧٠
—	٧	١٥	—	١٧٤٣	—	١٧	١٣	٨٢٤٩
—	—	—	—	١١٣	—	—	—	٢٥٩
—	٢٦	١٢٢	١٥	٢٨٤٢	٧	٣٧	٦٨	١٠١٧٤
—	—	٥٦٠٦	—	٢٤٧٥	—	—	٨١١	—

(أ) أنظر الهامش رقم ١ Annual Reports of the Immigration and Naturalization Service, United States Department of Justice, Washington, Immigration Statistics, Canada, Department of Manpower and Immigration, Oxford and La Direction de la Population et des Migrations du Ministère des Affaires Sociales, Paris.

(ب) إجابات على استقصاء مكتب اليونسكو للإحصاءات .

(ج) بما في ذلك القانون .

(د) ١٩٦٢ إلى ١٩٦٦ فقط .

\* تقديرات وضعها مكتب اليونسكو للإحصاءات .

\*\* من عام ١٩٦٤ إلى ١٩٦٧ فقط .

## جدول رقم ( ٢ )

مجموع العلماء والمهندسين والأطباء المهاجرين  
من بعض الدول العربية إلى الولايات المتحدة الأمريكية (\*)

السنة	العراق	الأردن	لبنان	سوريا	الجمهورية العربية المتحدة
١٩٥٦	١٣	١٥	٢٨	٥	٢٨
١٩٦٢	٢٧	٢٢	٤٧	٢٩	٢٧
١٩٦٣	١٨	٢٣	٧٢	٢٥	٤٨
١٩٦٤	٣٤	٢٢	٥٤	١٨	٣٦
١٩٦٥	٣١	٢٥	٥٩	١٦	٢٣
١٩٦٦	٣٨	٢٥	٦٩	٢٥	٥١
١٩٦٧	٦٤	٤٣	١٢٥	٢٨	٨٥

المهاجرين المهرة العائدين إلى مواطنهم العربية . ومن الصعب حساب مدى هذا التدفق العكسي ، إلا أنه يمكنني بالاستناد إلى السجلات الجزئية الموجودة في الهند والأرجنتين ، أن أحدها بنسبة تتراوح بين ١٥ و ٢٠٪ من الأشخاص المسجلين كمهاجرين من هذه المنطقة كما ينشأ عنصر التضليل في الجدولين الأول والثاني ، من عوامل أخرى غير قابلة للقياس الكمي . فكنذا وإلى حد ما المملكة المتحدة وجمهورية ألمانيا الاتحادية ، تعد محطات في طريق سفر المهاجر إلى الولايات المتحدة الأمريكية — مقصده النهائي . من ذلك مثلا أن الدراسة التي وضعتها الجمهورية العربية المتحدة تبين أن ٦٠٪ من المهاجرين إلى المملكة المتحدة و ٣٣٪ من المهاجرين إلى جمهورية ألمانيا الاتحادية سافروا إلى هذين البلدين كخطوة أولى نحو استقرارهم النهائي في الولايات المتحدة الأمريكية .

وهناك عناصر دقيقة أخرى ، مثل التفاوت في الكفاءات المتماثلة لدى المهاجرين ( لجميع حملة شهادة الأستاذية في الآداب ليسوا أساتذة حقاً في هذه المادة ) ، ومثل التعويض الجزئي الذي يحققه إمداد العالم العربي بالخبراء عن طريق برامج المساعدة الثنائية ، وكلاهما عنصران يتعذر تحديدهما تحديداً كمياً . على أنني لست واثقاً من أن لمثل هذا التحديد فائدة معينة ، باستثناء مساهمته في زيادة حصيلة خبراء الاقتصاد القياسي ، أو أنه يضيف الكثير في تصوير هذا الوضع . مثال هذا أن لجنة الكونغرس التي بحثت في عمليات حكومة الولايات المتحدة توصلت إلى النتيجة التالية فيما يتعلق بالطابع التعويضي لخدمات الخبراء الأجانب . « على الرغم من أهمية التقنيين الأجانب في مجال المساعدة قصيرة الأجل ، إلا أنهم لا يعدون بديلاً طويل الأجل للموهوبين من أبناء الأمة . فالتأليف بين القوى العاملة المتدربة والحاجات المحلية على مستوى أكثر تواضعاً أفضل من التوافق المؤقت المتميز بمستواه العالي بين

(\*) انظر الهامش رقم (١) .



جدول رقم ( ٣ )

الطلاب العرب في معاهد التعليم العالي العربية وغير العربية (١٩٦٦/١٩٦٧) (١)

توزيع الطلاب حسب الفروع												
الطلاب غير العرب في المنطقة	العلوم الطبيعية		العلوم الاجتماعية		العلوم الهندسية		الطلاب العرب خارج المنطقة	الطلاب العرب في المنطقة	مجموع الطلاب المسجلين	الميلد		
	الطلاب العرب خارج المنطقة	الطلاب العرب في المنطقة	الطلاب العرب خارج المنطقة	الطلاب العرب في المنطقة	الطلاب العرب خارج المنطقة	الطلاب العرب في المنطقة						
	الطلاب العرب خارج المنطقة	الطلاب العرب في المنطقة	الطلاب العرب خارج المنطقة	الطلاب العرب في المنطقة	الطلاب العرب خارج المنطقة	الطلاب العرب في المنطقة						
١,٢٢٧	٢٩٧	١,٦٠٨	٣٤٧	٦٠٠	٣٧٢	١,١٨٧	٥٦	٣٥٢	١,٢١٣	٧,٠٧٦	٩,٥١٦	الجزائر
٣٢٦	٣٢٧	٢,٤٠٠	٢٨٦	٤,٩٩٠	٣١٩	١,٢٠٠	٧٢٩	٢,٩٠٠	١,٩٥٩	٢٣,٦٧٤	٢٥,٦٥٩ (ب)	العراق
٦	٨١٦	١٢٦	٣٧٨	٨٢١	٢٩٤	٢٨٢	٥٢٩	١٤٢	٢,٢٦١	٤,٤٠٣	٦,٦٧٠	الأردن
١,١٣٠	٧٣٠	١,١٠٣	٣١١	٥,٧٨٤	٥٨٤	١,٢٤١	٥٤٦	٨٠٩	٢,٥٠٥	٢٢,٣٤٥	٢٥,٩٨٠	لبنان
٣٠٣	٩٥٦	٥٦٥	٢٧٢	٣,٦٥٠ (ج)	٥٢٢	٦٧٠	١٠٣	٣٠٥	٢,٢٩٩	٧,٤٣١	١٠,٠٣٣	العرب
٢٩	١,١٧٥	١,٥١٨	٢٠٥	٣٧٢	٣٧٧	٢,٢٩٣	٨١٧	١,٦٨٠	٣,١١٧	٣١,٦٨١	٣٤,٨٢٧	سوريا
٤٥٢	٩٢٧	٣٩٠	٥٠٩	٦٨٥	٨٣٩	١,٢١٧	١١٤	—	٢,٨٤٤	٥,٦١٩	٨,٩١٥	تونس
١,٣٩١	٢٩٩	٢٠,٥٦٠	٦٢٣	٤١,٥٥٠	٥٧٩	٨,٥٦٠	٧٣١	٢٨,٠٠٠	٢,٩٣٧	١٧٥,١٢١	١٧٩,٢٤٦	ج.ع.ع
١,٧٩١	٥٨٥	١,١٠٠	٨٢٤	٢,٢٥٠	٥٦٣	٦٦٠	٩٨٢	١,٣٤٠	٣,٧٩٩	١٠,٨٦٧	١٦,٢٥٧	دول عربية أخرى
٦,٦٦٥	٦,٢١٦	٢١,٣٧٤	٦٦,٠٥٥	٥٩,٦١٢	٤,٤٢٩	١٧,٥١٠	٤,٦٠٩	٢٥,٥٢٨	٢٢,٩٣٤	٢٨٨,٢١٧	٣١٧,٨١٦	المجموع

- (١) إجابات على الاستقصاء، مكتب اليونسكو الإحصاءات .
- (ب) يفيد أحد البيانات الحديثة بأن مجموع عدد الطلاب بلغ ٢٧٨٨ طالباً في عام ١٩٦٦ .
- (ج) بما في ذلك القانون .
- (د) تشمل العلوم الاجتماعية مادة القانون في أحد بلاد الدراسة (فرنسا) .

التقنيين الأجانب وهذه الحاجات <sup>(٦)</sup>.

ونظراً لما تنطوى عليه الاحصاءات الواردة بالجدولين الأول والثاني من نقص وتضليل ، فإننى أفضل التقديرات الإجمالية التى وضعها أحد العلماء العرب عن هجرة الكفاءات من البلاد العربية سنوياً . فهذا العالم يستند إلى تعداد السكان البالغ ١٢٠ مليون نسمة ، وإلى عدد طلاب التعليم العالى البالغ ٣٠٠٠٠٠ طالب ، وكذلك إلى عددهم فى أوروبا وأمريكا لشمالية البالغ ٢٠٠٠٠ طالب . فى تقدير هجرة الكفاءات السنوية بنسبة تتراوح بين ١٠ و ٢٠٪ من الطلاب الذين يدرسون خارج المنطقة و ١٪ من الطلاب الذين يدرسون فى أوطانهم ، أى أن ما يتراوح بين ٥٠٠٠ و ٧٠٠٠ عربى ماهر يهاجرون من بلادهم سنوياً <sup>(٧)</sup>.

#### السمات الرئيسية

نكشف دراسة الجداول رقم ١ و ٢ و ٣ عن السمات الرئيسية التالية لهجرة الكفاءات من العالم العربى .

#### ضالة ظاهرية :

إن هذه الهجرة تبدو فى ظاهرها ضئيلة . فحوالى ١٠٠٠٠ من أرباب المهن العرب يهاجرون فى كل عام من بين تعداد كلى للسكان يبلغ ١٢٠ مليون نسمة ، وتعداد كلى للملتحقين بالمدارس قدره ١٣ مليون طالب <sup>(٨)</sup> . ومما يبين ٥٠٠٠ إلى ٧٠٠٠ عربى من ذوى المهارات العالية يهاجرون سنوياً من بين جملة المقيدين بالتعليم العالى ويبلغ عددهم ٣٠٠٠٠ طالب ويهاجر ١٢٠ من العلماء والمهندسين والمستغلين بالطب فى كل عام من أحد البلاد العربية حيث

يبلغ عدد الخريجين فى هذه الفروع حوالى ١٥٠٠٠ خريج سنوياً . وقد بلغ عدد المهاجرين العرب من ذوى المهارات العالية إلى قطر واحد خلال السنوات الخمس الأخيرة حوالى ٣٥٠٠ شخص فى حين بلغت جملة المهاجرين من البلاد النامية كلها إلى ذلك القطر نفسه ما يزيد على ٥٨٠٠٠ شخص خلال هذه الفترة ذاتها ، وبذلك تكون نسبة العرب إلى مجموع أولئك المهاجرين حوالى ٦٪ ، وتقرر لجنة بيرسون ، بالإستناد إلى مصادر الأمم المتحدة ، أن حوالى ٤٠٠٠٠ شخص من ذوى المهارات هاجروا خلال عام ١٩٦٧ من البلاد النامية إلى البلاد الصناعية وأن نسبة العرب المهاجرين بلغت ١٢٪ من العدد الكلى <sup>(٩)</sup> . غير أن هجرة الكفاءات العربية تبدو ضئيلة فى ظاهرها وحسب ، نظراً لأن السكان العرب لا تزيد نسبتهم على ٤٪ من سكان العالم ، فى حين أن هجرة أرباب المهن العرب تتراوح بين ٦ و ٢٠٪ من الهجرة الكلية . أما تكاليف هذه الهجرة فيتعذر حسابها إلا فى حدود ما نستمد من المؤشرات الإحصائية . وقد قدرت تكلفة تدريب العالم الواحد بحوالى ٢٠٠٠٠ دولار وعلى هذا الأساس ، فإن التكلفة الظاهرية لهجرة الكفاءات العربية تبلغ حوالى ١٠٠ مليون دولار سنوياً من إجمالى يبلغ حوالى ١٠٠٠ مليون دولار لجميع الدول النامية . ولكن هذا المبلغ لا يمثل وحده تكلفة الهجرة العربية . فهناك دولة تنتج اثنتين من حملة دكتوراه الفلسفة فى علوم الطبيعة كل عام ، وهجرة هذين الشخصين تعنى أما إنعدام وجود قسم للطبيعة وأما اضطراب أمور هذا القسم طول عدة سنوات ، مع كل ما يترتب على ذلك من آثار متضاعفة تنال من النظام التعليمى والعلمى لتلك الدولة برمته ، بل وتتجاوز به إلى البنيات السياسية الاجتماعية والاقتصادية <sup>(١٠)</sup> . ومعنى ذلك

(٦) House Report, 28 March 1968, Washington, D.C.

(٧) A.B. Zahlan, Migration of Scientists and the Development of Scientific Communities in the Arab World, Beirut, 1969.

(٨) اتجاهات التعليم العام والفرى والمهوى فى الدول العربية ،

اليونسكو ، مراكش ، ١٩٧٠ .

(٩) Partners in Development, Report of the Commission on International Development, Washington, D.C., 1969.

(١٠) انظر الهامش رقم (٧) .

إلى العالم العربي . وفي هذا الصدد تنتهى دراسة الجمهورية العربية المتحدة إلى مثل النتائج التى انتهى إليها تقرير مجلس نواب الولايات المتحدة ، فتذكر أن الخبراء الذين يفدون إلى الجمهورية العربية المتحدة بمقتضى اتفاقات ثنائية لا يمكن أن يعتبروا بديلاً عن طلاب الجمهورية العربية المتحدة الذين لا يعودون إلى وطنهم بعد إتمام الدراسة فى الخارج ، لأن إقامة الخبراء مؤقتة ، فى حين يصبح الطلبة عند عودتهم إلى وطنهم جزءاً من موارده البشرية . وحتى لو صرفنا النظر عن موضوع هذا التعويض ، لا نجد أى تعادل عددي بين المهاجرين من ذوى المهارات وبين الخبراء الوافدين لتقديم خدماتهم . فالمملكة المتحدة توفد ٣٠٠٠ خبير إلى الدول النامية فى حين تستقبل منها ١٤١ ٥ مهاجراً من ذوى المهارات ، وتوفد الولايات المتحدة ١٥٠٠ خبيراً إلى ١١ دولة نامية فى الوقت الذى تستقبل فيه ١٨٩ ٥ خبيراً من هذه الدول . وإلى هذا ، يقرر استقصاء خاص أجرى عام ١٩٦٥ أن فرنسا تستخدم القوى العاملة الماهرة والمهنية التى تفد إليها من أفريقيا وفييتنام على نطاق يفوق عدد الخبراء الذين ترسلهم إلى تلك المناطق<sup>(١)</sup> . ومن ثم فإن هجرة الكفاءات حركة تمضى فى اتجاه واحد .

#### حركة انتقائية :

إن الهجرة الحديثة للكفاءات هجرة انتقائية وليست مجرد حركة تلقائية صادرة عن قرارات فردية اختيارية صرفة ، وهى تمثل إستجابة للبرامج الرسمية والتشريعات التى تصدر خصيصاً فى هذا الصدد فى الدول التى تستقبل المهاجرين . وتشير دراسة الجمهورية العربية المتحدة إلى إجراءات الاختيار التى تطبقها هذه الدول المستقبلية لتسهيل هجرة العلماء والمهندسين والأطباء من المنطقة العربية ، عن طريق نظام حصص الكفاءات ، وتعديل تأشيرات الطلبة المتفوقين وزوار التبادل .

أن تكلفة هذه الهجرة تتجاوز كل حساب ، وهو مأساؤود إليه فيما بعد . فهجرة الكفاءات العربية بعيدة الأثر رغم ضآلتها .

#### مهارات عالية :

إن هذه الهجرة تتناول المهارات العالية . وإذا أخذنا فى اعتبارنا تضخم إحصاءات الهجرة بسبب أعضاء أسرة المهاجرين الذين يسمح بدخولهم ، نجد أن هجرة الكفاءات من الدول العربية تتألف من العاملين المهنيين والتقنيين ومن يماثلهم ، وأنها تتركز فى حدود هذه الفئة من الماهرين على العلماء ، والمهندسين ، والمشتغلين بالطب . وتشير دراسة الجمهورية العربية المتحدة إلى أن ٥٨٣ ٪ ممن هاجروا من العلماء والمهندسين ، وأن ٧٠ ٪ من جملة المهاجرين كانوا من حملة إجازة الدكتوراه فى الفلسفة ، وأن ١٧ ٪ من حملة درجة الماجستير . وبصورة أكثر تعمياً ، فإن الدراسة التى أجراها الكونجرس الأمريكى عن الموظفين تقرر أن مستوى مؤهلات المهاجرين ( كان ٦٠ ٪ من العلماء و ١٣ ٪ من المهندسين من حملة إجازة الدكتوراه فى الفلسفة ) يفوق كثيراً مستوى نظرائهم الوطنيين ( كان ٤٠ ٪ من العلماء المحليين و ٤ ٪ من المهندسين من إجازة الدكتوراه فى الفلسفة ) . ومن ثم ، فإن هجرة الكفاءات العربية تستنزف أعلى مستويات المهارة .

#### اتجاه واحد :

إن هجرة الكفاءات تمضى اليوم فى « اتجاه واحد » ، حيث تنتقل المواهب من البلاد العربية والنامية إلى البلاد الصناعية . ولا توجد أية مجالات أو بيانات عن هجرة العلماء أو المهندسين أو الأطباء من أوروبا وأمريكا الشمالية إلى العالم العربى . ولا أستطيع أن أقدم جدولاً عن مثل هذه الحركة الأخيرة لأنها لا توجد أصلاً ، وإن كانت هناك بطبيعة الحال الخدمات المؤقتة التى يقدمها الخبراء الوافدون من الدول المتقدمة



أفريقية. وقد انتهت إحدى الدراسات التي أجريت في الولايات المتحدة إلى أن هذا البلد سيحتاج إلى ٤٠٠٠ من أرباب المهن خلال السنوات العشر من ١٩٦٥ إلى ١٩٧٥، وأنه ينتظر محي نصف هذا العدد من العالم الثالث (١٢) والمتوقع أن تعاني المملكة المتحدة في عام ١٩٧٠ عجزاً قدره ١٠٠٠٠ إحصائي، وأن يواجه عجزاً مماثلاً كل من كندا وأستراليا وفرنسا وألمانيا. وتشير جميع الدلائل إلى أن هجرة الكفاءات سوف تزداد وتزيد من العالم العربي والعالم النامي خلال عقد التنمية الثاني.

**الأخطار الكامنة في هجرة الكفاءات:** ويضيف لي عند الانتقال إلى الأخطار الكامنة في هجرة الكفاءات، أن أذكر أن لها، بشكل عام، هور إنساني، نواحي إيجابية، على الأقل في بعض عناصرها، وبأسطر الأمثلة على ذلك حالة عدد قليل من الأفراد البارزين مثل رامانا جوم، عالم الرياضيات، وطه حسين، الأديب، اللذين ولدا كل في بلاده ولديهما إسهامات في العالم، ومثالهما في ذلك آثار الذروة القائمة في مصر، العليا وليكنها مثال تراث الإنسانية جمعاء. ومن الأمثلة الأخرى أيضاً أولئك الذين يكتبون منشوراتهم في الخارج، أو أوطانهم، وأولئك منهم لا يستطيعون، ممازستهم في أوطانهم في الوقت الحالي، مستوفد التقيت في واشنطن أخيراً بأحد طلبة الساتين في جامعة مدراس وقد أصبح مصمم برامج لأجهزة الكمبيوتر الحساب الإلكتروني، وإذا به يستشيرني في قبول وظيفة تعرضها عليه مؤسسة منافسة نظير مرتب سنوي قدره ٧٠٠٠ دولار، بدلاً من وظيفته الحالية التي يحصل فيها على ٦٠٠٠ دولار سنوياً، وهو الآن في الهند حالياً فائض في المهندسين يبلغ

والواقع أن تشريعاً للهجرة في جميع الدول، وخاصة تلك التي تجتذب المواهب، تعمل بالتوزيع على تصفية هجرة غير المؤهلين من أي منطقة باستثناء الوافدين من بعض الدول القريبة الجوار. وتبلغ هذه الأعداد لا تقابل أبعثها التعبئة التي تشرف عليها المؤسسات الخاصة والإقامة، وهي عملية أصبحت تعرف «باصطياد العقول». وتمثل نوعاً من اللاتعداد إلى ماخصتنا القبل في «اصطياد الرؤوس» من هور ومن ثم فإن هجرة الكفاءات العربية تستند إلى عملية إنقائية مدققة.

### زيادة مطردة:

إن هجرة الكفاءات مطردة ومتزايدة. وبيّن الجدول رقم ٣ أن هجرة المواهب من خمس دول عربية إلى دولة متقدمة واحدة فقط ليست أمراً متقطعاً عشوائياً عرضياً لا يتكرر وإنما هي حركة مطردة ومستمرة على مدى السنوات العشر الماضية، لا يتكرر، وإنما هي حركة مطردة ومستمرة على مدى السنوات الست في السنوات الأخيرة بزيادة قوتها وتشرعها وتتموها والساعة بمعدل يثير القلق. ويستدل الجدول رقم ٤ مطردة في الهجرة خلال عام ١٩٦٧ تراوح نسبتها بين ٥٠٪ و ١٠٠٪ بالمقارنة مع عام ١٩٦٦. بل إن الاتجاهات المنتظرة مستقبلاً أدعى إلى القلق، إذ تشير كل الدلائل إلى هذه الحركة ذات الاتجاه الواضح للهجرة الكفاءات سوف تزداد تكافؤاً ونوعاً، وفيضاؤه هجرة المواهب بين الأقطار الصناعية، فإن الهجرة الخارجية من العالم العربي وسائر بلاد العالم الثالث سوف تزداد اتساعاً. ففي عام ١٩٦٦، استقبلت المملكة المتحدة ٣١٠٠٠ كاد كرها من قبل ١٤٠٠٠ إحصائياً من الأقطار النامية و ٣٢٠٠٠ من أقطار صناعية أخرى، وثلاث عشر ألفاً طلبتها قد هاجروا إليها من الدول النامية. كما أن عدد الأطباء النازحين من هذه الدول والعاملين في الولايات المتحدة وكندا والمملكة المتحدة يفوق العدد الكلي لأطباء جميع الأقطار العاملين في ٣٨ دولة

(١٢) F. Mott, 'The Immigrant Worker', Washington, D.C., 1966.

(١٣) The Supply of British Professional and Technical Staff to the Less-developed Countries, Ministry of Overseas Development, London, 1966.

المخططون لمجتمعنا والمجددون له ، وهم قادة غامضون في مجالات  
السياسة والثقافة والأخلاق .

إن التعليم ، كما هو مجسم في هؤلاء الأفراد وكما يمثلونه  
ليس مدخلا من مداخل التنمية ، وإنما هو الطريق العريض  
إلى الرفاهية الشخصية والإشباع الفردي . وفيما يوضح أمر بهذا  
التشويه لوظيفة التعليم بطريقة مثيرة فيما يحدث . للطلبة العرب  
(ولغيرهم من طلبة العالم الثالث) الذين يؤمنون - إلى الحد  
الدراسي ، إذ تقرر - إحدى الدراسات أن جميع الطلبة اللبنانيين  
الذين يدرسون في الولايات المتحدة الأمريكية قد قرروا  
البقاء هناك ، وأن ٨٠٪ من الطلبة الأردنيين الذين يدرسون  
في الغرب لا يعودون أبداً ، وأن من بين ١٢٠ طالبا يخرجون  
كل عام من المملكة العربية السعودية للدراسة في الخارج  
لا يعود إلا ما بين ٣٠ و ٤٠ طالبا (١٤) . ومن هنا فإن التعليم  
سواء أكان يحصل في الوطن أو في الخارج - يمر بأزمة .  
فالمدلات العربية للفاقد التعليمي التي تسجلها وثائق مؤتمر  
مراكش (١٥) بما يزيد على ٥٠٪ تمثل إنكاراً لدور التعليم  
كوسيلة للتنمية والمواهب والشخصية الفوقية . ومن مظاهر  
أخرى ، فإن هجرة الكفاءات تمثل إنكاراً لدور هذا التعليم  
كأداة للمسؤولية الاجتماعية . فهل التعليم لا يمثل إنكاراً متخذاً  
أخلاقياً ولا إنمائياً ، ولا يعد إلا وسيلة لتوفير مؤهلات  
الهجرة ؟ وهل ترداد الهجرة تأكيداً كما ارتفع مستوى  
التأهيل ؟ وهل يستلزم هذا الوضع إعادة النظر في  
الفرضيات التي تقوم عليها النظريات المتعارف عليها عن  
العلاقة بين التعليم والتنمية ؟

عدد ٤٠٠٠ مهندس ، وقد أوصيت بسلاج هذا الوضع  
عن طريق تخطيط هجرة قصيرة الأجل للكفاءات ، وخاصة  
إلى الدول النامية . ذلك لأن هجرة الكفاءات تستحدث  
المنفعة العلمية وتحفز على الابتكار والتفوق ، كما أن الامتزاج  
الدولي الذي يترتب عليها يفيد مجموعتي الأقطار . غير أن هذه  
تلك النتائج استثنائية ولا جارية بوعرضية .

أن الأخطار التي يتعرض لها العالم العربي نتيجة لهجرة  
الكفاءات تضع فلسفة التربية والتعليم في هذا العالم ، وسياسته  
العلمية ، وطريقة إلى التنمية ، موضع الشك والتساؤل .

### في مجال التعليم

لقد أصبحنا ندرك اليوم ، بعد سنوات من الدراسة  
والبحث والفحص من جانب رجال الاقتصاد والإدارة ،  
أن التعليم عنصر جوهري من عناصر التنمية ، إذ هو شرطها  
المسبق ومتغيرها الحاسم . وسوف يجتمع مؤتمر مراكش  
لوزراء التربية والتعليم العرب في الشهر القادم ، أي في بداية  
السنة الدولية للتربية ، بناء على دعوة من اليونسكو بالتعاون  
مع جامعة الدول العربية . وسوف يلتقي المؤتمر على أساس  
هذه الفلسفة ليستعرض المساهمة العربية في التنمية  
العربية وللايجاد الوسائل التي يمكن بواسطتها التوسع في  
نظام التربية والتعليم ورفع مستواه بغية دفع عجلة التنمية .  
إلا أن هجرة الكفاءات العربية تمثل إنكاراً لهذا الموقف  
الأساسي ، لأنها تقدم الدليل على أن التربية ليست سبيلاً إلى  
التنمية ، وإنما هي الطريق المفضى إلى الهجرة . فالعلماء  
والمهندسون والأطباء الذين يهاجرون إلى العالم المتقدم هم  
دعامة التنمية ، وعوامل تكاثرها ، وهم الأصل في كل تغيير  
وتطوير ، كما أن قيمتهم تتجاوز كل حساب بالدينار أو  
الدولار . إن الذين يغادروننا هم النخبة المتعامدة المؤهلة على  
أعلى مستويات المهارة ، وهم معلمو الشباب وقادته ، وهم



## في مجال العلم :

إن هجرة الكفاءات تضع سياسة الدول العربية في مجال العلوم موضع التساؤل أيضاً . فهذه السياسة - التي كرس لها المؤتمر الثقافي العربي الثامن أعماله ، والتي حددت في مؤتمرات سابقة نظمها اليونسكو في مدينة الجزائر وفي القاهرة وبغداد - تهدف إلى تنمية الجامعات العلمية بغية غرس أو إعادة غرس جذور العلوم في الثقافة العربية ، وتطبيق البحوث لخدمة احتياجاتها الصارخة إلى التنمية . ولكن العلماء هم الذين يهاجرون ، فيؤخرون بذلك لعشرات السنين تنمية الجامعات العربية كمراكز للامتياز العلمي ، ويؤجلون لسنوات عملية النهوض بتلك البحوث وملاءمتها للحاجات عن طريق هذه الجامعات وغيرها من معاهد العلوم . وتعتبر دراسة الجمهورية العربية المتحدة تعبيراً كمياً عن الخسائر في وظائف التدريس والبحث بجامعة الخمس ومراكز بحوثها التي تتحمل وطأة هجرة الكفاءات ، نظراً لأن أرفع رجال العلم المهاجرين مؤهلات ينتمون إلى هذه المؤسسات ، ولأنهم يؤلفون ٧٠٪ من مجموع المهاجرين . وهناك تحليل آخر أكثر تفصيلاً للآثار المعوقة والخربة التي تحدثها هجرة الكفاءات في المجتمعات العلمية العربية ، وهو يلفت النظر إلى أن ٧٠٪ من العلماء العرب الذين يتدربون في الغرب لا يعودون إلى أوطانهم ، وإلى أن هذه الهجرة قد أدت حالياً ولمدة عشر سنوات إلى تجميد تنمية كافة الجامعات الوطنية في المنطقة<sup>(١٦)</sup> وخروج العلماء والمهندسين على هذه الصورة يعني أن العالم العربي لن يتمكن من الاستقرار في توثيق تلك الروابط اللازمة بين العلم وبين الإنتاج ، ولن يحتل المكان اللائق به بين علماء الغد . وفي ظل هذه الظروف تواجه السياسة العلمية العربية خطر الإخفاق في تحقيق هدفها الثلاثي الخاص بدعم التدريس وتنمية البحوث ، وإنشاء الروابط بينها وبين الإنتاج .

(١٦) أنظر هامش رقم (٧) فيما سبق .

## في مجال التنمية :

هجرة الكفاءات علامة على فشل التنمية . وهي تذكرة بالحقبة المروعة القائلة بأن التنمية ليست المبدأ العام السائد في عالمنا وفي دولنا الأعضاء ولدى شعوبنا . والحق أن هجرة الكفاءات تمثل رمزاً لحالة التنمية غير المتكافئة وغير المستوية التي يمر بها عالمنا . وهي إلى هذا إنكار للمبدأ الذي تدين به منظمة اليونسكو . ومؤداه أن التنمية الحقيقية هي التنمية التي تنبثق من داخل البلد . أما هجرة المواهب من العالم العربي والعالم النامي فتعني أن ما قد يوجد من تنمية لا بد له أن ينهض على أساس من الزمن المستعار ، والتقنية المستوردة ، والمشورة ، والدراية العملية الواردتين من الخارج وهي إلى هذا تعني زيادة اعتماد الدول النامية على الدول المتقدمة وقبول استمرار المعونة الأجنبية إلى ما لا نهاية . وتري منظمة اليونسكو أنه لا يمكن أن تحدث تنمية حقيقة ما لم تنبع في أرضها وتستمد غذاءها من تربتها . ولكن هجرة الكفاءات أكثر من مجرد رمز أو كبش فداء لتخلف التنمية أو انحرافها ، فهي تأكيد مفرج لأن الفجوة الحالية بين مستويات المعيشة في الدول المتقدمة ونظائرها في الدول النامية لن تضيق وإنما ستزداد اتساعاً . وهي تجعل من النظام التعليمي والعلمي في العالم الثالث معهداً ضخماً لتدريب الإخصائيين الذين لن يساعدوا هذا العالم المتقدم . وفي التحليل الأخير ، نجد أن أخطار هذه الهجرة أخلاقية تحيق بمستقبل إنسان العالم الثالث وإنسان العالم الصناعي ، وبالجملة فهي تحقيق بمستقبل سائر البشر .

## الأسباب :

إذا كانت هذه هي أخطار هجرة الكفاءات من البلاد العربية ، فإن الأسباب الدافعة إليها تكتسب خطورة زائدة . وتتضح لنا هذه الأسباب من ثلاثة أنواع من التحليل : التحليل الاقتصادي ، وتحليل النظم الاجتماعية للبنيان ، وتحليل النظم التعليمية .



## التحليل الاقتصادي :

ربما كان التحليل الاقتصادي للأسباب الكامنة وراء ظاهرة هجرة الكفاءات هو أبسط التحليلات وأكثرها ذيوغا . فالتنمية كل ينتظم جوانب متكاملة ، ومن بين هذا المعدل ( لنمو حجم الإنتاج الكلى ) فى عالمنا ، بما فيه البلاد العربية ، هو نتيجة لتوافر وامتزاج موارد الأرض ، والعمل ورأس المال ، والعقول ( المعرفة ) . ومن بين عوامل الإنتاج الأربعة هذه ، يمكن اعتبار الأرض والعمل عاملين أصليين أو طبيعيين ، فى حين أن رأس المال والمعرفة عاملان منتجان ومستنبطان . ويلاحظ أن هذا التمييز فيه شىء من الإفراط فى التبسيط ، لأن ما نطلق عليه اسم الأرض أو الموارد الطبيعية ليس قطعة من التربة أو الصخر فى حالتها البدائية الأصلية ، وإنما هى دالة للمعرفة<sup>(١٧)</sup> . ومعدل النمو الاقتصادى هو نتيجة لعمليات التكيف المستمرة لمزيج العوامل بما يؤدى إلى إضافة المزيد من رأس المال والمعرفة باطراد إلى عاملين الأرض والعمل . وعلى ذلك ، فإن عملية النمو تتألف من زيادة نصيب الفرد من رأس المال والمعروفة ومن بين هذين العاملين ، فإن الدور المتزايد والحاسم الذى يؤديه العلم والتكنولوجيا والطلب الذى ينهض به عامل المعرفة فى الإنتاج . والصفة المشتركة بين العوامل الأربعة جميعاً هى استجابتها للثمن واستخدامها بالطريقة التى تكفل ارتفاع إنتاجيتها الحدية إلى أعلى مستوى ممكن بالنسبة إلى مختلف العناصر . وعلى ذلك ، فإن المعرفة والعقول ، مثلها مثل جميع مدخلات الإنتاج . تستجيب لجهاز الثمن وتمضى إلى حيث يمكن استخدام أمها على أفضل وجه منتج نسبياً . ولما كانت المرتبات منخفضة فى الدول العربية

ومرتفعة فى العالم الغربى الصناعى . فإن هذا يؤدى إلى هجرة الكفاءات من الدول العربية إلى العالم الغربى . كذلك فإن الطريقة التى تستخدم بها أرفع المهارات العربية فى الغرب تحقق نفعاً أكبر مما تحققه طريقة استخدامها فى أوطانها . وإذا كان تحليل هجرة الكفاءات العربية على هذا النحو يبدو على شىء من الإفراط فى التبسيط . إلا أنه يمثل على أية حال جزءاً من الحقيقة الكامنة خلف ما انتهت إليه الدراسة التى أجراها الكونجرس الأمريكى عن الموظفين من أن الولايات المتحدة تجتذب الناس بما هى عليه من حال أولاً وليس بما تفعله . كذلك فإن هذا التحليل يمثل الأساس الفكرى السكامن خاف القول الزاهى بأن العقول تشبه القلوب بصفة عامة فى أنها تذهب إلى حيث تلقى التقدير .

وطبيعى أن هناك كثيراً من التحفظات والنواحي التى تستوجب التدقيق وجوانب القصور فى هذا التحليل الاقتصادى المبسط لأسباب هجرة الكفاءات . فبينما يتمثل رأس المال فى المعدات والآلات والأشياء ، نجد أن المعرفة صفة من صفات الرجال والنساء ، ولا يمكن تفسير الحركتين ببساطة بأنهما مجرد استجابات لأجهزة السوق أو لقوانين الإبدال الاقتصادى فالمزيد من المعرفة ورأس المال لا يستجيبان للمستويات بالنسبة للأجور والعائد فقط ، وإنما هما يستجيبان أيضاً للأجور السائد فى الحياة الاقتصادية والاجتماعية ، ولبينة البحوث والحياة العلميه، وللأستقرار والأستمرار . مثال ذلك أن أسعار الفائدة فى بيروت وبومباى أعلى منها فى لندن أو نيويورك ، ومع هذا فإن رأس المال اللبنانى والهندى يتجه إلى المدينتين الأخيرتين على الرغم من انخفاض أسعار الفائدة فيهما ، وذلك تحت تأثير عامل البينة . والعنصر الإيجابى فى هذه الصورة المعتمة نوعاً ما هو أن الأجور فى البلاد العربية لا تحتاج إلى بلوغ المستويات الأوروبية أو الأمريكية لى تحتفظ بالعقول

(١٧) Economics of Natural Resources Utilization in India, Journal of Scientific and Industrial Research, vol. 25, 1966, New Delhi. Inaugural Address. Final eReport of CASTALA, UNESCO, Santiago de Chile 1965.

مما تتعرض له مهاراتهم الهامة بسبب محدودية النظام التعليمي وانعدام التخطيط العلمي أو ضعفه، والنظم السياسية والاجتماعية الرجعية، وبوجه أعم بسبب العزل الناشئة عن التخلف، بما في ذلك الانفجار السكاني. وهذه العزل النظامية تنمى بدورها الاتجاهات الشخصية في المثقف بدلاً من أن تنمى فيه الاتجاه المجتمعي، فيركز الفرد اهتمامه على حاجاته وتطلعاته الفردية ويتجاهل التحديات الوطنية والأهداف الاجتماعية التي لا يقل التزامه نحوها عن التزامه نحو حاجاته وتطلعاته الفردية. ومن ثم فإن قراراته الشخصية والمهنية والعائلية تتحكم فيها القوى الفردية والقوى المضادة للوطنية، كما تؤكد دراسة الجمهورية العربية المتحدة حين تربط بين هجرة كفاءاتها وبين عدد من الحقائق التي لوحظت، مثل تغيير برامج الدراسة والبحث أثناء الدرس في الخارج، وقبول التوظيف والزواج في الخارج. وبذلك يعجز الفرد عن إدراك واجباته والتزاماته نحو مجتمعه الذي يعد صاحب الفضل في تعليمه وتدريبه ومهاراته المكنسية ومن ناحية أخرى، فإن النظم في العالم المتقدم تشجع بالاعتماد هذه الحوافز والاتجاهات الفردية، بحيث نلاحظ أن تشريعات الهجرة التي سننها خلال السنوات الخمس الأخيرة تبدو وكأنها أخذت خصيصاً لاجتذاب الكفاءات من العالم العربي، وكان لو كانت تلوح بصفة عامة فمن القسوة الشديدة أمام عيني ظقل ظمان كهيئة عاصفة زلزلية.

### تحليل النظم التعليمية:

إن هجرة الكفاءات من العالم العربي والعالم النامي يجب أن ينظر إليها أيضاً في إطار النظم التعليمية، فالمعاهد التعليمية والعامة في العالم النامي، ولا سيما جامعاته، تعتبر أرضاً خصبة لإثمار هجرة الكفاءات. فمجهود النظام الجامعي والافتقار إلى جو الدراسة والبحث، والأساس غير الأكاديمي للتدريس، والقرارات الخاطئة بشأن أولويات البحوث، والتبذير المفرط للمساورة والتواني في التواضع العلمية، وتوليد

العربية، فالمنهج الفكري والعلمي، يعادل الأجور في أهميته إن لم يفقها. ومن أدلة ذلك أن المواهب الأوروبية كانت إلى عهد قريب تهاجر إلى أمريكا الشمالية بعدد أكبر من ميعاد هجرة المواهب العربية، على الرغم من أن الأجور الأمريكية تزيد على الأجور العربية. ومن ناحية أخرى، فكما يثبت احتمالات المستقبل في المنطقة أقل إشراقاً حدثت طفرات في الهجرة. وطبعاً أن من العناصر الإيجابية الأخرى في هذا التحليل أن المعرفة وحدها من بين عناصر الإنتاج الأربعة تنسحب إلى التزايد بمقتضى هندسية، وزيادتها في جزء من العالم أو من أقطاره لا تؤدي إلى تناقصها الكمي في الأجزاء الأخرى منه. ومجموع المعارف في مجتمع ما يعادل الحقائق المعروفة مضمونة في عدد الناس الذين يعرفونها. والبعد المزدوج للزيادة في هذا العامل يتمثل في أنه يمكن عن طريق البحوث زيادة كمية الحقائق المعروفة، كما يمكن عن طريق التعليم زيادة عدد الأفراد الذين يعرفون الحقائق التي تستقر عنها البحوث. وهذا التوسيع الزائدي والأفق المتفتح العامل المعرفة هو أساس تفاؤلي فيما يتعلق بمستقبل التنمية على المدى الطويل<sup>(١٨)</sup> بسبب.

### تحليل النظم الاجتماعية:

وتظهر المجموعة الثانية من أسباب هجرة الكفاءات من تحليل النظم الاجتماعية في كل من العالم النامي والعالم المتقدم. ففي العالم النامي، نجد أن عدم الاستقرار السياسي والحروب والنظم الاجتماعية الرجعية، والأعطاش الثقافية الطبقية، تساعد كلها على أبعاد النخبة المفكرة عن المجتمعات وتؤدي إلى هجرة الأفراد المهرة إلى مجتمعات تتميز بنظم سياسية واجتماعية وثقافية أقل إثارة للسخط. وإذا شدنا الصراحة، فإن مشكلة النظم التي يواجهها الأفراد المهرة تبدى في البطالة الكلية والبطالة الجزئية وشوء التوظيف

(١٨) T. Kristensen, 'The Brain Drain and Development Planning', I.I.E.P., UNESCO, Paris, 1968.



العودة إلى أوطانهم فيما بعد. إن نظام الدراسة في الخارج بأكثر من أي مفهومه وأوضاعه الحالية يمثل تحدياً رئيسياً لهجرة الكفاءات (٢٠).

إن تصنيف هذه المجموعات الثلاث من الأسباب في نطاق عوامل الدفع والجذب التقليدية التي تعمل على إحداث هجرة الكفاءات أمر مفيد على اعتبار أنه يبين أن عدد ذوي الكفاءات العرب الذين يهاجرون تحت تأثير عوامل الجذب يقدر بحوالي ٢٠٠٠ إحصائي في كل عام، في حين ترجع هجرة الباقيين، ويتراوح عددهم بين ٢٠٠ و ٣٠٠ إحصائي إلى عوامل الدفع.

#### خطة العمل:

وما الذي تستطيع الدول العربية والعالم النامي والمنظمات أن تفعله، بإزاء هذه العوامل العلية العميقة والجذرية، لمواجهة ظاهرة هجرة الكفاءات في العالم العربي؟ لقد جرت في الشهر الماضي مناقشة حول القضية فيما يتعلق بالهند بين أحمد ساسيما المقدمي، والذي فيض المشكلة برمتها، ويروج من القدرة (ما الذي يستطيع أي إنسان أن يفعله لوقف هجرة الكفاءات من بلاده؟ هل تستطيع الهند أن تفعل؟). ثم بحاس وطني «إذا كان أولئك العاقون لا يرغبون في العودة إلى وطنهم ففي وسعنا أن نستغني عن خدماتهم». يبدو أنني أعتقد على العكس من ذلك - إن في إمكاننا بل ومن واجبن أن نضع خطة عمل لمعالجة هذه المشكلة.

(٢٠) يتبين من استقصاء عام ١٩٦٨ الذي أجراه المعهد الدولي للدراسات أن الطلبة الأجانب الذين يمولون دراساتهم بأنفسهم في الولايات المتحدة، الأمريكية، تبلغ نسبتهم ٧ أو ٨ طلبة مقابل كل واحد موفد رسمياً، وتسير إجاباتهم إلى أن دراستهم في الخارج لا علاقة لها باعتبارها بالنوعية. ويتبين من تلك الإجابات أنهم يدرسون في الولايات المتحدة لتحتوي هدف شخصي، هو تأهيل أنفسهم لوظائف أفضل، بصرف النظر عن المكان الذي توجد فيه هذه الوظائف.

Exporting Technical Education, I.I.E., New York, 1968.

الاجتماعي الذي يحمله العلماء القدامى والتقاليد البالية التي يتبعونها أو أسلوب معاملتهم للعلماء الشباب، ومنهج الدراسة العميقة الجامدة، كل هذه العوامل تجعل من النظم التعليمية والعلمية دافِعاً إلى هجرة الكفاءات من بلادنا. وقد أدى هذا الوضع إلى حزن المفجع، في العالم العربي الذي أضررت إليه من قبل إلى أن يصبح في الدراسة التي أجراها، بأن فتل الدول النامية لعلها الشبان، عن طريق هجرة ذوي الكفاءات بعلماء أن يكونوا قد اشتغلوا بالتدريس فيها، يضع مسؤولين هو خير، بل من أن يتجربوا، هم أنفسهم إلى مناهضين للعلماء (١٩).

وبالمثل فإن نظم التعليم في الدول المتقدمة تسهل هجرة الكفاءات إلى تلك الدول في التدريس، والتدريس، والبحث المتاح في جامعات هذه الدول، وفي مراكزها العلمية، يرتبط بطبيعة الحال، بتشكلات اقتصادية، وذلك أن التدريب هناك يشمل مجالات الزراعة والصناعة، والمناطق المعتدلة أكثر من زراعة وطب المناطق الحارة، كما أن الأبحاث تتعالج أمور القضاء، والهندسة، والبرامج العقلية، الأليكترونية، فيها البرامج المتصلة بحدود نخب، وسكايوات، وأبولو، وساتورن أكثر مما تعالج مشكلات الصناعة الصغيرة والمتوسطة والمشكلات الزراعية - الصناعية، التي تواجه العالم النامي. وينتج عن ذلك تقرير الطالب بالبقاء والعمل في مجال التخصص الذي اكتسبه، وربما كانت هذه الدراسة غير الخطية في الخارج وهذا التعليم الدولي غير المرسوم من الأمور التي تضيق إلى رصيدها التفاهي الدولي، غير أنهم لا يساهمون شيء في تنمية العالم الثالث. وتبكن الأساسة الحقيقية في أنهم كما ينزل عميد الطلبة الأجانب جهداً كبيراً وحقق نجاحاً أفضل لدى الطلبة القادمين من الدول العربية والآسيوية لكي لا يشعروا بالغبشة، فإنه يساعدهم بهذا العمل وغير وعي منه على اتخاذ قرارات بعدم



## التعليم في الدول العربية :

إن إصلاح النظام التعليمي من التدابير التي ستساعد على وقف هجرة المواهب . غير أنه يجب أن أوضح هنا أن الحاجة إلى إعادة تنظيم التعليم تنبع من عدة اعتبارات هامة وأساسية كرس العلم الدولي للتربية لدراستها ، وسوف يوليها مؤتمر الوزراء العرب في مراكش اهتمامه . وتنطبق هذه الملاحظة على كل مقترحات العمل التي أقدمها في هذا القسم . إن هجرة الكفاءات مجرد ناقوس خطر ينبه للحاجة إلى الإصلاح المنشود في جميع الجهات ، سياسية كانت أو اجتماعية أو ثقافية . لكنها ليست السبب الداعي إلى الإصلاح<sup>(٢١)</sup> .

بيد أن لنظام التعليم دور رئيسي في نجاح التدابير التي تتخذ للحد من هجرة الكفاءات . وقد أوحى مكتب الجامعة العربية بهذا التدبير عندما دعاني إلى التحدث إليكم في هذا المؤتمر ، بجعل العنوان الفرعي لموضوع حديثي : «استخدام التقنيين المتوافرين في كل التخصصات» . إن التوسع في التعليم في جميع مراحله حقيقة حتمية من حقائق التاريخ العربي ، فلقد زاد عدد المقيدون في معاهد التعليم خلال هذا العقد بنسبة ٦٠٪ فارتفع من ٨٥ مليون طالب إلى ١٣٧ مليون طالب ، وزادت النفقات بنسبة ٦٧٪ فبلغت ٢٠٠ مليون دولار . وهو رقم يمثل ١٥٧٪ من ميزانيات الدول العربية ، و ٤٨٪ من إجمالي دخلها القومي<sup>(٢٢)</sup> . وسوف تستمر هذه الزيادة .

وتتمثل المشكلة الجديدة في العمل على أن يكون النظام التعليمي وسيلة لتطوير واستخدام الموارد البشرية التي تحتاج إليها تنمية العالم العربي في الحاضر والمستقبل . ويتطلب ذلك تخطيط التعليم والموارد البشرية تخطيطاً شاملاً ودقيقاً، وتعديل

نطاق الفرق الدراسية ، والتخصصات ، والمزج بين مواد الدراسة، بحيث يكون لكل سنة دراسية بعد المرحلة الابتدائية عمل مقابل ومتاح للطالب الذي يستطيع الاختيار بين مواصلة دراسته وبين ترك المدرسة والنزول إلى سوق العمل . ومن المؤكد أن إعادة تنظيم التعليم على هذا النحو سوف تتطلب إعطاء الأولوية في الخطة الوطنية للبرامج الهادفة إلى تنمية العمالة تنمية شاملة ومركزة ، بحيث يتسع مجال العمل أمام التقنيين . وهذا يعني بدوره توجيه اهتمامنا إلى نوعية النظام التعليمي بحيث يلبي المتطلبات السياسية والاجتماعية والاقتصادية والمعنوية للعالم العربي في غده ومستقبله . وأن وثيقة اليونسكو المقدمة إلى مؤتمر مراكش تعرف التعليم الجيد بأنه التعليم الذي تتوافر فيه خمس مقومات رئيسية ، هي : مستوى التحصيل وجدوى المادة ، والتوازن ، والبقاء ، والتكرار . وسوف يؤدي التركيز على النوع في الأمد الطويل إلى نتائج تساعد أيضاً في حل المعضلة المقلقة للتقنيين والصفوة . وهي الخاصة بالتوفيق بين الميول الفردية وبين الاحتياجات الوطنية من اليد العاملة . وسوف يساعدنا جزئياً على إقامة وتوسيع النظم التي تكفل تهيئة الحوافز على تحقيق أهداف الفرد والمجتمع على السواء .

وثمة حاجة أيضاً إلى برنامج عمل إيجابي للدول العربية يساعد علماءها وطالبها الذين يدرسون في الخارج على اتخاذ قرار بالعودة إلى بلادهم ليصبحوا جزءاً من الموارد البشرية التي تعتمد عليها تنمية العالم العربي اعتماداً جوهرياً . وفي هذا الصدد توصي الدراسة المقدمة من الجمهورية العربية المتحدة بإعطاء الإخصائيين العائدين وظائف ملائمة ومرتببات مناسبة وبأن تتحمل الدولة تكاليف عودتهم مع أسرهم . وبأن يحتفظ لهم بوظائفهم في بلادهم في الوقت الذي يعملون فيه في الخارج كلما كان ذلك مناسباً . كما توصي قبل كل شيء بأن تطبق الحكومات العربية سياسة مستمرة لتوجيه طلبتها وإرشادهم أثناء تدريبهم في الخارج .

(٢١) يقول المثل الجارم في قرنتي بولاية تاميلنادو « إذا ما أهدى إليك سوط ثمنه نصف روية فلا تشتري لتجربته حصاناً ثمنه مائتا روية » .

(٢٢) انظر الهامش رقم (٨) .

## العلم في الدول العربية :

وهناك ميدان آخر للإصلاح له صلته بهجرة الكفاءات من البلاد العربية . ذلك هو ميدان السياسة العلمية . وإني هنا أناشد أولاً العلماء والتقنيين أنفسهم . إن العلم دولي في مضمونه ولكنه وطني في تطبيقه . وهم يعلمون هذا تماماً من برامج البحث التي يساهمون فيها أثناء وجودهم في الخارج . ليس للعلم وطن . ولكن للعالم وطنه . وأولى علامات العالم أن يدرك حق الإدراك جذوره الوطنية والاجتماعية . وديونه والتزاماته نحو وطنه ومجتمعه . وعلى هذا الأساس يتعين على الدول أن تضع حداً لسياستها الماضية والحاضرة في حرمان قطاع العلم والتكنولوجيا من الاعتمادات أو التزام سياسة التقدير عليه ذلك أن ثمة حداً أدنى حاسم لحجم الموارد التي يحتاج إليها العلم كي يثبت جذوره . ولكي يستخدم العلماء والتقنيون مهاراتهم في تنمية بلادهم . وبالإضافة إلى المعدل البالغ ٥ إلى ٦٪ من الدخل الوطني الإجمالي المعتقد تخصيصه للتعليم . فإن ذلك الحد الأدنى الحاسم للعلم والتكنولوجيا يتراوح بين ٥٪ في المائة من الدخل الوطني الإجمالي للعالم العربي

إن وضع العلماء والتقنيين يحتاج إلى تنظيم . وخاصة فيما يتعلق بمستويات أجورهم ؛ بحيث يشعرون أنهم أعضاء في مجتمع يحتاج إليهم ويؤدون دورهم فيه . ويجب أن يجري إصلاح النظم الجامعية والعلمية على وجه يكفل تطعيم المجال العلمي الوطني في كل بلد وعلى نحو مستمر بالشباب من التقنيين والعلماء ، وتوفير الحوافز وقرص الترقى امامهم . وهناك نظم معينة ينبغي تطويرها ، مثل نظام مجمع العلماء الذي يمكنه استقبال العلماء والتقنيين ورعايتهم لدى عودتهم إلى وطنهم ، حتى تخلو لهم وظائف تحتاج إلى مهاراتهم العالية . إن بعثات الدراسة في الخارج ، وخاصة كثرة الدارسين الذين يتكفلون بالإنفاق على أنفسهم ( وتقدر نسبتهم بما يزيد على ٨٠٪ من

الدارسين في الخارج ) . هذه البعثات تحتاج إلى التوجيه والإشراف ( عن طريق الانتقاء ، وجوازات السفر ، وقواعد صرف العملات الأجنبية ) ، بحيث تكون الدراسة في الخارج مرتبطة حقاً بالاحتياجات الوطنية من القوى العاملة واستخداماتها وهادفة إلى سد نواحي النقص في فرص التدريب داخل المنطقة . وفيما يتعلق بالتدريب على المستوى الإقليمي ، فإن له في العالم العربي تقاليد طيبة . وبين الجدول رقم ٣ أن هناك ٢٣٠٠٠ طالب عربي يتدربون في الغرب ، ويضم العامود الثاني ٣٧٠٠٠ طالب عربي يدرسون في جامعات عربية خارج أوطانهم . ويجب ألا يسمح في الأحوال العادية بالدراسة خارج المنطقة إلا بالنسبة للدراسات والبحوث في المستويات الجامعية العليا ، وفي المجالات المتصلة بتنمية العالم العربي ، والتي لا تتوفر سبل إجرائها في إقليم . وثمة حاجة أيضاً إلى إعادة النظر في حركة الترقية المستمرة التي يبدو أنها استقرت لدينا في نظم العلم والتعليم ، والتي أسفرت عن تحول المدارس إلى كليات . والكليات إلى جامعات . ويتحول تدريب التقنيين إلى تعليم هندسي يتوج بدبلوم عال . ويتحول هذا التعليم بدوره إلى هندسة بحوث وتصميم . وإذا سرنا على هذا المنوال . فقد نبلغ قريباً مرحلة لا يكون لدينا فيها سوى حملة شهادات الماجستير ودكتوراه الفلسفة . إن الحاجة ملحة في بلادنا جميعاً إلى تقنيين ومشتغلين بالعلم على مستوى متوسط . مما يدعو إلى إعادة توجيه معاهدنا العلمية والتقنية للوفاء بهذه الحاجة . وفضلاً عن ذلك فإن من نتائج التخلف والمرحلة الانتقالية التي نجتازها أنه سيوجد دائماً عدد من العلماء والتقنيين بزيد عن إمكانيات التوظيف القائمة في الجامعات والمؤسسات والحكومة . وأنا شخصياً أشجع وجود هذا الفائض كأمر جوهري لعملية التنمية ، وأدعو في سبيل الوفاء باحتياجات هؤلاء العلماء والتقنيين إلى وضع نظام للقروض والتسهيلات الائتمانية العلمية والتقنية ، بغية إبراز وشحن القدرة على الابتكار والمبادرات الطوعية والخاصة



برامج تتفق واحتياجات البلاد النامية . وقد يتطلب هذا خفض أعداد الطلبة الأجانب لتحسين نوع التدريب المقدم وتكييفه بما يتفق والاحتياجات. وعلى هذه البلاد واليونسكو معاً مساعدة العالم العربي تخطيط واستخدام موارده البشرية وإصلاح التعليم فيه وتوسيع نطاقه .

إن على البلاد المتقدمة واليونسكو وغيرها من الأمم المتحدة أن تتعاون مع البلاد العربية في تدعيم إمكانياتها العلمية والتقنية . وإرساء قواعد الأجهزة التنظيمية اللازمة لذلك . وهذا هو المجال الذي ينبغي فيه زيادة منح البحوث المقدمة للجامعات العربية وتنمية الطاقات الكامنة للتدريب والبحث في كل المؤسسات العلمية والتقنية . وعلى اليونسكو وغيرها من أجهزة الأمم المتحدة وعلى البلاد الصناعية أن تقدم المزيد من العون المالى والعلمى فى الجامعات العربية . ولإقامة روابط بينها وبين الجامعات فى العرب لتهيئة الجو الذى يكفل الاحتفاظ بالعلماء والتقنيين العرب والاستفادة منهم على أكمل وجه وأن استخدام المهاجرين والتقنيين من العرب فى صالح هذه المنشآت نفسها ، إذ أن فى وسع المهاجرين العرب أن يجمعوا بين المهارات العالية وبين الدراية بحالة الأعمال والظروف التقنية المحلية .

وليونسكو ثلاث مبادرات حديثة العهد وذات صلة بهذا البرنامج الهادف الى استخدام العلماء والتقنيين العرب على وجه أكمل ، سواء فى ذلك من هاجروا منهم أو المقيمون فى أوطانهم . فبموجب برنامج لمكافحة هجرة الكفاءات . يعاد العلماء والتقنيون المهاجرون إلى أوطانهم الأصلية لفترات قصيرة يقومون فى أثناءها بالتدريس والبحوث وأعمال التنمية وذلك كاختبار لجهود طويل الأمد لإعادة تدعيمهم اختيارياً إلى أوطانهم كذلك يقام بالبلاد النامية مراكز للتنمية والبحوث التى تجمع بين عدة فروع علمية لمساعدة هذه البلاد على استكمال الحلقات المفقودة بين العلم والتنمية وبين التقنية والإنتاج.

لديهم ، باعتبارهم مجددي مجتمعنا القادرين على إقامة مشروعات زراعية صناعية فى المناطق الريفية ؛ وعلى التضامن سوياً لتطويع مؤسسات صناعية . وتكوين هيئات استشارية وشركات من التقنيين والمهندسين تتولى دراسة مشروعات التنمية المتعثرة فى الخطتين الحالية والقادمة ووضع مسوداتها . وإجراء الدراسات عن إمكان تنفيذها . وقد قدمت بعض الاقتراحات فى هذا الشأن إلى لجنة التخطيط الهندية بغية التوسع فى الانتفاع بالعلماء والتقنيين فى الهند<sup>(٢٣)</sup> .

### العمل خارج حدود الوطن وعلى المستوى الدولى :

إن هجرة الكفاءات دعوة إلى العمل موجهة إلى العمل موجهة إلى البلاد النامية والهيئات الدولية . فمن أهداف حديثى أن أوضح هجرة الكفاءات ليست مشكلة الجمهورية العربية المتحدة وحدها . ولا مشكلة العالم العربى وحده . وإنما هى مشكلة دولية تمس جميع الدول النامية والمتقدمة وكل المجتمعات . غنية كانت أو فقيرة . ومن ثم فإن برنامج العمل فى موضوع هجرة الكفاءات يجب أن يكون دولياً . وهذه هى الفكرة الأساسية التى تتجه إليها مختلف الدراسات والتوصيات الصادرة عن معهد الأمم المتحدة للتدريب والتنمية . الذى يقود تفكيرنا ونشاطنا فى هذا الشأن داخل نظام الأمم المتحدة<sup>(٢٤)</sup> .

إن على البلاد المتقدمة ، وخاصة تلك التى تجتذب الكفاءات ، أن تصالح نظامها التعليمى وتوسع نطاقه ، حتى يتسنى لها أن تواجه من الداخل — وبصورة أوفى — احتياجاتها السريعة النمو من القوى العاملة الماهرة . وينبغى لمعاهدها وجامعاتها أن تعمل الى أقصى حد ممكن على توفير

Unemployment of Engineers in India, (٢٣)  
Journal of Scientific and Industrial Research, vol.  
27, 1968, New Delhi.

Outflow of Trained Personnel from De- (٢٤)  
veloping Countries, A/7294, United Nations, New  
York, 1968.  
Brain Drain : BT/VII/B. UNITAR, New York,



أعترف بها بصراحة)، مضى يصف السياسات العلمية وسياسات القوى العاملة التي اتبعت في بلاده في عهد ستالين، والتي سببت المصاعب لنخبة المجتمع السوفييتي وانتقدت بعد ذلك داخل البلاد وخارجها ولكن لولاها — على حد قوله — لما بلغ العلم السوفييتي المركز المستقل الذي يحتله اليوم.

أما في نظري، فإن هجرة الكفاءات مشكلة إنسانية وثقافية ومعقدة، يكتنفها اليوم الكثير من العوامل الجوهريّة. وبالتالي فإن مهمتنا الأولى في ظل قيادة التنسيق التي يتولاها معهد الأمم المتحدة للتدريب وتنميته هي أن تعمل اليونسكو وأسسة الأمم المتحدة والدول الأعضاء والهيئات الخاصة على تسليط الأضواء الفاحصة على هذه المشكلة الملحة في وقتنا الحاضر، بجمع المعلومات واستيفاء الإحصاءات وفحص النماذج ودوافع رأس المال البشري وأسواقه. وإني لأمل أن تكون الخريطة التي تقوم اليونسكو الآن على إعدادها لحركة الانتقال الحر للطلبة والدارسين، عوناً لمن يتحدث من المنظمة مستقبلاً أن يقيم تحليله وتوصياته على أساس من الإحصاءات والنظريات أكثر ثباتاً مما أتيح لي اليوم.

ولكننا نستطيع العودة إلى مهامنا اليومية ونحن مقتنعون بأمر واحد — هو أن مشكلة هجرة الكفاءات جزءاً من مشكلة التنمية بمعناها الواسع — تنمية شعوبنا وبلادنا ومنطقتنا وعالمنا، أن العقد الثاني للتنمية يتيح لنا فرصة ثانية للعودة إلى ذلك النهج الشامل للتنمية. وهو يقدم لنا أهل البلاد النامية مفهوم وإطار العمل من أجل مهيمّة ظروف عادلة وباقية للسلام، وإصلاح أنظمتنا السياسية وهياكلنا الاجتماعية وأنماطنا الثقافية إصلاحاً ثورياً، بحيث يتسنى لنا أن نتقدم، لا أن نركد أو نلتكس. كما أن هذا العقد يمكن أن يساعدنا على وضع استراتيجية للنمو تكفل توفر الشروط التي لا بد منها للتنمية. وهو يستطيع أن ينقلنا من الحسابات السلبية المستحيلة للخسائر التي ألحقتها بنا

وعلى الاستفادة بما لديها من مواهب عامية وتقنية بصورة أكمل وأجدي في خدمة الانتاج. وقد اقيم أول مركز من هذا القبيل في أمريكا اللاتينية. وهناك خطط حالية لإقامة ثلاثة مراكز مماثلة في آسيا. كما تجرى الآن دراسة إصدار وثيقة دولية لتنظيم وضع العلماء. وإذا تمت صياغة هذه الوثيقة وإقرارها من جانب المؤتمر العام وتصديق الدول العربية عليها. فإنها سوف تغدو عندئذ إجراء وقائياً وعلاجياً هاماً.

كما ينبغي للبلاد المتقدمة أيضاً أن تعيد النظر في سياستها الخاصة باستقبال المهاجرين، وتشير دراسة الجمهورية العربية المتحدة إلى أنه لا توجد هجرة كفاءات إلى الاتحاد السوفييتي وأوروبا الشرقية والبلاد الاسكندنافية، وإنما الأمر كله يتعلق بعدد قليل من المجتمعات الغالية التصنيع. ومن المتفق عليه عامة اليوم أنه ينبغي لها إعادة النظر في جوانب الانتقاء والتيسير والحقز في تشريعات الهجرة التي تصدرها. وإني أوصي أن توضع هذه الجوانب من سياسات الهجرة بالتعاون مع البلاد النامية التي تتأثر بها، وأن تكون موضع مفاوضات تفصيلية واتفاقات ثنائية مع تلك البلاد، وأن تبنى على الأساس السليم الذي يقضى بعودة الطلبة والدارسين الموفدين للبحث والتدريب إلى أوطانهم بعد انتهاء دراستهم. وإن التزام البلاد المقدمة إزاء التنمية ومصالحها الذاتية في انعاشها لية طلبان في جوهرهما هذا الإجراء.

إلا أنني يجب أن أعترف مع ذلك بأن لدى إحساساً خفياً بعدم إمكان التشريع لهجرة الكفاءات إلا فيما يتعلق ببعض الجوانب الثانوية والظاهرة الضرر وما زال هذا قائماً لدى بالرغم من مناقشة لا تنسى جرت بيني وبين عالم سوفييتي، شبه العلاج الذي أدعو إليه بإعطائي زوجتي تلتهم بيتي، دون أن أعبا بالكشف عن ما يغذي النار ويزيدها اشتعالاً. وبعد أن حذرني من تميزاتي البرجوازية (التي

فرصة جديدة للتعاون في جميع مهام التنمية المتعددة الجوانب ،  
ابتداء من تعضيد السلام ونزع السلاح إلى حقوق الانسان ،  
إلى التركيز في مجال التنمية على التوسع في تقديم المعونة  
وزيادة التبادل التجاري وتحسين شروطه ، ومد آجال  
السداد وإعادة التمويل فيما يتعلق بديون العالم ثالث المحروم .  
أما بالنسبة لأسرة الأمم المتحدة ، فإن العقد دعوة ثانية لتولى  
الأمانة بعنايتها بالمحافظة على استراتيجيات التنمية وأهدافها  
الكبرى ، والعمل في كل جبهاتها السياسية والاقتصادية  
والاجتماعية والثقافية ، والتربوية والعلمية ، من أجل ضمان  
النمو المطرد والسلمي للاقتصاد العالمى .

هجرة الكفاءات — وأقول مستحيلة لأننا لا نستطيع بالفعل  
حساب قيمة ما فاتنا من تنمية على الرغم مما نستخدمه من  
أدوات معقدة خاصة بالأثمان المقدرة وبتكاليف الفرص —  
إلى نقطة التلاقى الإيجابى بين الإرادتين الوطنية والدولية  
للتنمية ، وكلاهما تهيىء بذوى المهارة بين ظهرائنا أن  
يبدلوا أقصى ما فى طاقتهم ، وتستغرقهم بالفعل حتى تقمذر  
عليهم العودة فى الميعاد إلى بيوتهم وزوجاتهم وأولادهم ،  
فضلا عن الرغبة فى الرحيل إلى الأراضى البعيدة والمراعى  
الخضراء . أما بالنسبة للدول المتقدمة فإن عقد التنمية الثانى

# اعداد الفنيين من أفراد الأجهزة العلمية المعاونة

دكتور/سير رمضان هدارة

و

دكتور/محمد محمد حسان

أحدث التطور المذهل في تقدم البحث العلمي ، وانعكاسه المباشر على حياة الأفراد اليومية ، تحولا حذرياً في نظم وتقاليد هذا المجال من النشاط البشرى . فقد أدى ازدياد المعرفة ، وتقدم التكنولوجيا ، وتراكم فروع العلم المختلفة وتشابكها إلى الإيمان بأهمية العمل الجماعى، والتسليم بانتهاء عصر الاختراعات الفردية . وكان أهم نتيجة لذلك أن أصبح البحث العلمى مهنة كباقي المهن الأخرى كالطب والهندسة والمحاماة .

ومن المسلم به أن أية مهنة لا يمكن أن تقوم على جهود فئة واحدة من المتخصصين فيعمل وراء تلك الفئة فئات عديدة من ذوى التخصصات المختلفة في نظام متكامل لا يمكن الاستغناء عن أى عنصر من عناصره .

مهارات تعمل متكافئة معه تسد النقص الذى أحدثه حصر اهتمامه في مجاله الضيق .

٢ — إن التكنولوجيا تتقدم بخطى واسعة، ولا يمكن لأحد أن ينكر مآثر هذا التقدم ولكنه مع ذلك يخلق مشاكل عديدة في تدريب أفراد الأجهزة المعاونة إذ أنه في كثير من الأحيان يقلب أسلوب العمل أو الطريقة المتبعة رأساً على عقب في خلال فترة زمنية قصيرة .

٣ — تعدد المهارات المتخصصة التى يحتاجها الباحثون كيفاً مع قلة عدد المطلوب من كل نوع .

والبحث العلمى لا يختلف إطلاقاً عن المهن الأخرى في اعتماده على أجهزة معاونة تتضمن تخصصات متفاوتة . ومع كل فهو يختلف عن المهن الأخرى في مشكلة توفير تلك الأجهزة المعاونة فهما يقال من مشاكل تدريب أفراد الأجهزة المعاونة للمهن التى أرسيت قواعدها ، لا يقارن في ضالته أمام مشاكل توفير وتدريب الأجهزة المعاونة للبحث العلمى وخاصة في الدول النامية وذلك لأسباب عدة منها :

١ — أدى التقدم السريع في العلوم الطبيعية إلى ضيق مجالات التخصصات مع تضاعفها بصورة كبيرة وتشابكها في الوقت نفسه . وهذا أدى بدوره إلى احتياج الباحث إلى



وبتصور الأعمال التي يؤديها هؤلاء المعاونون يمكننا الوصول إلى تعريف عام للفنى المطلوب : وهو الفرد الذى يجيد تنفيذ عملية واحدة أو بضعة قليلة من العمليات بمهارة عالية . ويتفاوت المستوى التقافى والعلمى للفنى باختلاف العمليات التي يؤديها فيمتد المستوى من أرقى الدرجات الجامعية إلى المستوى الحرفى .

#### ٢ - توصيف الفنيين :

يتوقف الأسلوب الذى يتبع فى توفير الفنيين وتدريبهم على الأعمال التي يقوم بها هؤلاء الفنيون ومن ثم فتوصيف أعمال كل فئة أمر لازم قبل مناقشة أى موضوع خاص بمؤهلاتهم وتدريبهم ونورد فيما يلى بعضاً من المهام الرئيسية التي يضطلع بها .

٢١ - الإخصائون فى أعمال التوثيق العلمى والخدمات المكتبية :

— الفهرسة الصحيحة للدوريات والنشرات والمطبوعات العلمية .

— تلخيص البحوث المنشورة فى موضوعات التخصص المختلفة وتيسير تداولها وتوافرها لدى الباحثين .

— الترجمة العلمية .

— المعرفة بمصادر المعلومات ودور النشر .

— النشر العلمى .

— تصوير المستندات بكافة أنواعها .

#### ٢٢ - أعمال الورش :

ليس ثمة شك فى أن الباحث العلمى يحتاج فى الكثير من أعماله إلى ورش معدة بالإعداد المناسب لتنفيذ أفكاره وإظهارها للوجود . وتختلف ورش البحوث العلمية عن الورش الإنتاجية فى أمر واحد ولكنه جوهري . فبالإضافة إلى المهارات الصناعية فى التخصصات المهنية المختلفة كالبرادة والخراطة ونفخ الزجاج إلى آخره . وبالإضافة إلى القيادة

ولعل هذه الأسباب التي سقناها على سبيل المثال لا الحصر تبين لنا ضخامة المشكلة التي نحن بصدد حلها ، وتلقى ضوءاً على الطريق الذي قد يؤدي بنا إلى حلها كلياً أو جزئياً .

#### ١ - أنواع الخدمات المعاونة للبحث العلمى :

يسهل علينا التعرف على أنواع الخدمات التي يتطلبها البحث العلمى ، إذا ما ناقشنا باختصار توصيف هذا المجال للنشاط البشرى . فالبحث العلمى هو السعى للتعرف على المجهول باتباع أسلوب معين هو مانسميه الطريقة العلمية . ولهذه الطريقة أركان معروفة نأخصها فيما يلى :

١١ - استقصاء ما سبق معرفته عن المشكلة موضوع البحث ، وتحديد معالم تلك المشكلة .

١٢ - وضع خطة العمل وتصميم التجربة التي تعطينا البيانات المطلوبة .

١٣ - إجراء المشاهدات .

١٤ - تحليل المشاهدات .

١٥ - استخلاص النتائج وصياغتها فى الصورة المناسبة من معادلات رياضية أو رسومات أو صور .

١٦ - ربط النتائج بالنظريات أو بالتطبيق الميدانى .

وفى كل مرحلة من تلك المراحل يحتاج الباحث العلمى إلى المعاونة من ذوى المهارات التخصصية والخبرة فهو يحتاج طبقاً للترتيب السابق إلى :

— الإخصائين فى أعمال التوثيق العلمى والخدمات المكتبية .

— الورش المعدة إعداداً مناسباً من ناحية المعدات والمهارات الفنية .

— فنيين على قدر كاف من الخبرة الفنية والأمانة للمعاونة فى تشغيل الأجهزة وصيانتها وتحضير المواد وإجراء القياسات .

— إخصائين فى الحساب الآلى .

— رسامين ومصورين .

الباحث من ناحية توافر الفنى المناسب ، والشكاوى المتزايدة المطردة التى تعلو بها أصوات فئات القائمين بالمعاونة الفنية للبحث العلمى حالياً .

يمكن تلخيص المهام التى يناط بها مجموعة الفنيين فيما يلى :

— إعداد ماتتطلبه التجربة العملية من أجهزة ومواد وترتيبات للظروف المحيطة وتركيبات خاصة ، طبقاً لما يتلقاه من تعليمات مقتضية أو مسهبة من المسئول عن إجراء التجربة .

— إنجاز جميع الأعمال المخزنية . وهو حلقة الاتصال بين الباحث وجميع الأجهزة المعاونة الأخرى — إدارية وفنية .

— متابعة سير التجارب التى يطلب إليه متابعتها طبقاً لتعليمات محدودة ، خاصة بالظروف المنتظر أن تمر بها التجربة والتصرف الذى يتخذ في حالة وقوع أى خطأ وربما تتطلب هذه المتابعة أخذ قراءات ، أو تغيير ظروف من ظروف التجربة .

— تشغيل الأجهزة وصيانتها ، وإصلاح الأعمال الظاهرة فيها .

— المهارة القائمة في تحضير العينات أو الظروف التى يتميز بها مجال البحث الذى يعمل فيه .

— الإلمام العام بالأسس الأساسية لفرع العلم الذى ينتمى إليه البحث بالإضافة إلى المهارات السابقة .

٢ر٤ — الإخصائيون في الحساب الآلى :

يناط بهذه الفئة الأعمال التالية :

— إجراء الحسابات الرئيسية باستخدام الآلات الحاسبة بأنواعها المختلفة .

— وضع برامج الآلات الحاسبة الالكترونية .

٢ر٥ — الرسامون والمصورون :

يقوم أفراد هذه المجموعة بالمهام التالية :

الهندسية القادرة على التصميم ، تستلزم الظروف في الكثير من الأحوال إلى وجود حلقة اتصال بين الباحث العلمى والقائمين على التصميم والتنفيذ وخاصة في مجالات البحوث البعيدة عن العلوم الفيزيائية والهندسة ، ويجب أن تتوافر في من يؤدي هذه المهمة الصفات التالية :

— إلمام تام بالأسس الفيزيائية والتكنولوجية .

— القدرة على تحليل رغبات الباحث العلمى وتحويلها إلى وسائل مبنية على عملية قابلة للتصميم والتنفيذ .

— قوة الملاحظة والقدرة على الربط بين مشاهداته ، واستيعاب أهداف الباحث العلمى وإرشاده إلى أيسر الطرق لحل مشكلته من خبرته في معالجة المسائل الماثلة في المجالات الأخرى .

— القدرة على تفهم اللغة العلمية لمجالات العلم المختلفة وترجمتها إلى اللغة التكنولوجية التى يستطيع فهمها القائمون بالتصميم والتنفيذ .

٣ر٣ — فنبنو المعامل :

يحيط بمفهوم فنى المعمل قدر كبير من اللبس سواء في مهامه أم في مستواه العلمى والاجتماعى ، ويرجع هذا اللبس إلى التفاوت الكبير بين مهام الفنى في مختلف مجالات البحث وعدم وجود حدود واضحة لواجباته أو لمستواه العلمى والثقافى ففى بعض الأحيان يطلب إليه القيام بعملية على أرقى مستويات المهارة كتشغيل جهاز معقد ( كالميكروسكوب الالكترونى مثلاً ) أو تحضير العينات والشرائح في العلوم البيولوجية أو رصد نتائج بعض التجارب . وفى أحيان أخرى تنخفض بواجباته إلى مجرد المهارة العملية ، كتحضير شرائح الصخور أو تلميع الألواح الفوتوغرافية ، أو إعداد معدات تجربة وما إلى ذلك . ومن هنا كان اللبس . وهذا يتطلب منا وقفة طويلة ونظرة أعمق ، عسى أن نصل في دراستنا إلى حل يقتضى التغلب ولو جزئياً على كثير من الصعاب التى تواجه

— صعوبة الترقى وتحسين الأحوال الاجتماعية لأفراد تلك الفئات .

— تشابك الأعمال وضرورة توافر التعاون الكامل بين جميع العاملين وهذا أمر يصعب توافره بين المجموعة الكبيرة من العاملين خاصة إذا قل حجم العمل .

— صعوبة تنفيذ برامج التدريب الجماعية المستمرة المنتظمة لقلة العدد المطلوب من كل فئة .

ولإزاء تلك العوامل نجد أن الأمر يحتاج إلى إعادة النظر في التصنيف ومحاولة الوصول إلى تصنيف مثالي فيه تلك الصعوبات جميعها أو أغلبها .

### ٤ — محاولة تصنيف أبسط :

ربما يكون تصنيف فنيو المعامل طبقاً لمستويات تدريبهم أنسب من التصنيف الموضوعي لمقابلة الصعوبات السابق ذكرها ، ولنوضح ذلك نحاول ترتيب المهام المناط بها للفئات المختلفة ترتيباً تصاعدياً طبقاً للمستوى التدريبي كما يلي :

— الإلمام بالجوانب العلمية ومعرفة أنواع الأجهزة والمعدات المستخدمة في البحث العلمي .

— الإلمام بالأعمال الخزنية والإدارية .

— الإلمام بتفاصيل أنواع معينة من الأجهزة العلمية ، بغرض حسن الاستخدام والصيانة والإصلاح الخفيف .

— الإلمام بالقواعد الأساسية للطريقة العلمية وكيفية أخذ القراءات ومتابعة سير التجارب .

— التخصص في تحضير العينات .

ويؤدي بنا هذا التصنيف في الحال إلى نظام التدريب ووسائله التي تكفل الحصول على الفني السكف مع الاحتفاظ بالمستوى التدريبي والخبرة المناسبين للعمل المخصص له .

فالمستويات الأولى والثاني يتطلبان تدريباً عاماً لا يحتاج إلى تخصص في فرع من فروع العلم المختلفة ، وعلى ذلك يمكن إدماج هذين المستويين في فئة واحدة تعتبر القاعدة التي يختار منها الأفراد الصالحين لمواصلة العلم التدريبي .

— عمل الرسومات الهندسية — والبيانية — ولا تقتصر هذه العمليات على مجرد النقل المطابق للرسومات بل من الضروري أن يكون القائم بها على قدر كاف من المعرفة بأصول الرسم والتصميم التي تمكنه من تكوين رسم الجهاز المطلوب عن طريق رسومات تخطيطية يضعها الباحث .

— رسم المقاطع البيولوجية . ورسم الخرائط .

— أعمال التصوير والطبع وجميع ما يتصل بهذا الفن من عمليات .

ونحن باستعراضنا لتوصيف الفنيين نجد أن الفئة الوحيدة التي تحتاج إلى دراسة عميقة للاعداد هي فئة فني المعامل ، هذا بالإضافة إلى الفني العلمي ذي المستوى العالي الذي يكون حلقة الاتصال بين الورش والباحث العلمي ، أما باقي الفئات فلا يحتاج تدريبها إلى معالجة خاصة بالنسبة لمجال العمل في البحث العلمي ، فهي تخدم في جميع قطاعات الأنشطة التكنولوجية والفنية ومشاكلها تتصف بالعمومية ولا تقتصر على مجال النشاط العلمي فقط — وعلى ذلك فسوف تقتصر دراستنا هنا على تحليل مشكلة الفنيين آملين الوصول إلى حل مرض .

### ٣ — تصنيف فنيو المعامل :

توحى النظرة الأولى للأعمال المطلوبة من فني المعامل بإمكان تصنيفهم إلى خمس فئات للقيام بالأعمال المبينة في (٢٣) . وتضم كل فئة من الفئات الخمس تخصصات طبقاً لمجالات البحوث ، مثل العلوم الفيزيائية والكيمائية ، والبيولوجية ... الخ . ولكن ثمة اعتبارات تنظيمية واجتماعية كانت تحول دائماً دون حل مشكلة فني المعامل طبقاً لهذا التصنيف ، ونذكر من هذه العوامل ما يأتي :

— تعدد التخصصات وقلة عدد المعامل لكل تخصص .

— يحتاج العمل الواحد مهما صغر حجمه إلى عدد كبير من الأفراد ، وهذا أمر لا يتفق مع واقع الأحوال من قصور الميزانيات ، وقلة العمل الذي يقوم به كل فرد .



بالإضافة إلى الاستزادة العلمية التي توضح كشرط لاجتياز الامتحان .

— صلاحية الفرد الواحد للقيام بأعمال متعددة ، وهذا هو الحل المناسب للعامل التي لا تحتل كمية العمل فيها وميزانيتها بعدد الأفراد .

— التغلب على صعوبة التدريب الجماعي في التخصصات الدقيقة المتشعبة ، فكل ما هو في الأمر أن تتولى الجهة المسؤولة في الدولة وضع المناهج المناسبة للتخصصات المختلفة وعتد الامتحانات طبقاً لهذه المناهج .

— إفساح مجال الترقى للأفراد .

#### ٦ — المناهج والامتحانات :

تختلف مواد الدراسة ومناهجها حسب المستوى والعمل الذي سيمارسه الفني . وفيما يلي بعض الاتجاهات التي يمكن مراعاتها في هذا الصدد .

#### ٦١ — التدريب العام :

يختار أفراد هذه الفئة من الحاصلين على شهادة الدراسة الإعدادية ( الفئة الأولى ) وتنشأ لهم فصول خاصة تعنى بتدريس المواد الآتية نظرياً وعملياً :

الفيزياء والرياضة — الكيمياء — الأحياء ( حتى مستوى الثانوية العامة ) .

— الأعمال المخزنية وقواعد ولوائح وقوانين المخازن .

— الآلة الكاتبة وأعمال السكرتارية .

— اللغة الإنجليزية .

— استخدام العدد البسيطة مثل المبرد وكاوية الحمام ... إلخ . ومعالجة بعض العمليات الفنية الشائعة مثل التوصيلات الكهربائية في المنازل والمعامل ... إلخ . هذا بالإضافة إلى اللغة العربية وبعض العلوم الإنسانية . ومن الممكن تخصيص بعض الفصول في بعض المدارس الثانوية الفنية لهذا الغرض .

ولست هناك مشكلة في إعداد هذه الفئة في فصول منتظمة كنوع من أنواع التعليم النفي إذ أن العدد المطلوب منهم سنوياً يهرر لإنشاء فصول منتظمة مستمرة .

أما بالنسبة لتدارك باقي المستويات فربما يكون من الأفضل حث أفراد الفئة الأولى على السعى للتدريب تطوعاً وذلك بجعل الترقى من مستوى إلى آخر مشروط بالحصول على قدر كاف من المعلومات والخبرة . ولا داعي هنا إلى إنشاء فصول منتظمة أو تنفيذ برامج تدريبية جماعية ونفصل ذلك فيما يلي :

#### ٥ - نظام التدريب التخصصي :

يبدأ فني العمل حياته الوظيفية بعد استكمال تدريبه طبقاً للبرامج التي توضع لذلك كنوع من أنواع التعليم الفني ( الفئة الأولى ) . وبعد التحاقه بأحد المعامل العلمية ليمارس المهام التي يتضمنها المستويان الأول والثاني ، يعمل بحافز من نفسه على الارتقاء بمعلوماته وخبراته ( طبقاً لمنهج محدد ) للوصول إلى المستوى الثالث مع التخصص في أنواع معينة محددة من الأجهزة ، وحينئذ يتقدم لامتحان تعقده إحدى الهيئات المسؤولة ( التعليم العالي أو البحث العلمي ... ) ويمنح شهادة بذلك تؤهله إلى الحصول على ترقية وممارسة العمل الذي تدرب من أجله . ثم يستمر في السعى إلى الارتقاء بمعلوماته وخبراته طبقاً لمنهج محدد أيضاً للوصول إلى المستوى الرابع أو الخامس ، ويتقدم لامتحان آخر للحصول على شهادة بذلك .

#### ٥ — مزايا نظام التدريب التطوعي التخصصي :

تتوافر في النظام المقترح عدة مزايا نذكر منها :

#### كفاءة التدريب :

— الحافز الشخصي ، وذلك بجعل الحصول على شهادات التدريب شرطاً من شروط الترقى .

— التدريب الميداني في التخصص المطلوب ، وهذا

٦٢ — المناهج التخصصية :

— تشغيل وصيانة الأجهزة العلمية :

تبدأ إحدى الجهات المسئولة في الدولة بوضع مناهج علمية تكفل ضمان الوصول إلى المستوى اللائق في استخدام وصيانة الأجهزة العلمية على أن تنقسم تلك المناهج إلى قسمين :

قسم عام : ويتضمن دراسة تفصيلية للأسس الفيزيائية التي يكثر تطبيقها في الأجهزة العلمية ، وبعض المواد الهندسية ، كالرسم وأسس التصميم ، وكذلك بعض المواد التكنولوجية كخواص المواد شائعة الاستخدام والعمليات التكنولوجية الشائعة كاللحام واستخدام أجهزة الكشف والاختبار .

قسم خاص : ويتضمن دراسة تفصيلية لأنواع محددة من الأجهزة فيمكن مثلاً أن يوضع منهج لأجهزة الطيف للعاملين في المعامل الكيماوية والفيزيائية ومنهج لأجهزة القياس الالكترونية المستخدمة في المعامل الكيماوية مثل جهاز قياس الأس الأيدروجيني ، ومقياس الجهد ... إلخ . بالإضافة إلى تلك الدراسة التفصيلية يوضع منهج متقدم في المحتوى العلمي لوظائف تلك الأجهزة والتعريف بالأغراض التي تؤديها وبطرق القياس بها وصيانتها .

متابعة التجارب وأخذ القراءات وفحص العينات : يتبع في وضع المناهج الأسلوب السابق بأن يتكون المنهج من قسمين :

قسم عام : يتضمن منهجاً متقدماً للأسس العامة للقياس واستخدام أجهزة القياس الشائعة كالميزان التحليلي وميكروسكوب القياس ... إلخ . والتعريف بمصادر الخطأ ودرجة الصحة وتأثير الظروف المحيطة على النتائج والطرق الإحصائية التي يمكن بها تمثيل النتائج بيانياً .

قسم خاص : ويتضمن دراسة أعمق لفرع العلم التخصصي بغرض الوصول إلى مستوى مهارة لائق للقيام بمجموعة من

العمليات الخاصة التي يمكن أن تجرى في معمل تخصصي معين كإجراء التحاليل الكيماوية الكمية ، أو تحضير الشرائح ، أو تحضير مواد معينة تحتاج إلى مهارة خاصة كتحضير محاليل وعينات النظائر المشعة ... إلخ .

ويلاحظ أن امتحانات التدريب التخصصي تشمل العديد من التخصصات طبقاً لمهام المعامل المختلفة التي تمارس النشاط العلمي .

٧ — الصفات اللازم توافرها في فني المعمل :

تعتبر وظيفة فني المعمل من الوظائف الحيوية التي لها مساس مباشر بأمن الأفراد والمنشآت والأموال ، لذا يجب أن يتميز القائم بها في جميع المستويات بصفات خلقية أصيلة معينة منها :

— الأمانة المطلقة ، والصدق والشجاعة الأدبية في تحمل المسؤولية .

— القدرة على استيعاب التعاميات .

-- الطاقة المطلقة في تنفيذ التعليمات بدقة متناهية .

— قوة الملاحظة .

ويجب أن تكون تنمية هذه الصفات وتعميق جذورها من الأهداف الأساسية للتدريب خاصة في مرحلة الفئة الأولى وذلك بإيضاح ارتباطها الوثيق بالعمل عن طريق الممارسة الفعلية ، وتبيان الأضرار التي تنجم عن التخلي عن أية صفة منها .

٨ — الملامح الأساسية للتدريب :

باستعراض مهام فني المعامل نجد أن الجزء الأعظم منها يتصل اتصالاً مباشراً باستخدام الأجهزة العلمية ، وصيانتها ، وأخذ القراءات ، أو إجراء عمليات بها ، ولذا يلزم أن يهتم التدريب أساساً ، خاصة في مرحلة الفئة الأولى ، وبصفة عامة في المراحل المتقدمة ، بتعميق جذور الأسس الفيزيائية التي يغلب

استخدامها في الآليات المختلفة لأعمال الأجهزة ، دون الدخول في تفاصيل علم الفيزيكا المتصلة بتفسير الظواهر ، هذا بالطبع بالإضافة إلى القاعدة الأساسية لعلم التخصص ، والعلوم المساعدة الأخرى .

وعلى ذلك فيتوقف نجاح المناهج التدريبية على الهيئة التي تعد هذه المناهج والأفراد الذين يناط بهم هذا العمل ، فيجب أن يكونوا من القائمين فعلاً بالبحوث العلمية كل في تخصصه وأن يكون من بينهم إخصائيون في العلوم الإنسانية والسيكولوجية .

#### ٩ — التعاون بين الورش والباحث :

ذكرنا من قبل أهمية وجود فني على مستوى عال يعمل كحلقة اتصال بين الباحث العلمى والقائمين بالتصميم والتنفيذ في الورش ، وأوردنا بعض الصفات التي يجب أن تتوفر في هذا الفني العالى ، وربما يبدو صعباً توافر تلك الصفات في الكثيرين من الأفراد ، إذ أن معظمها سليقياً في أصله وتصقله الخبرة والتدريب . ومع كل فمن الممكن أن يقوم بهذا العمل

الممتازون من فنيي المعامل الذين تتوافر هذه الصفات فيهم أصلاً ونمتها خبرتهم وتدريبهم على مدى السنين وتعد دراسة تكميلية تؤهلهم للاعداد المطلوب . ولعل في هذا الاقتراح حافز لهذه الفئة وفتحاً لطريق الترقى أمام أفرادها .

إن فنيو المعامل من أهم الدعامات التي تقوم عليها الأعمال العلمية في مراكز البحوث والجامعات ( تدريساً وبحثاً ) والمصانع ، والمعامل العلمية الأخرى ، ومن أهم مشاكل تلك الفئة حالة أفرادها الاجتماعية وحدود سلم الترقى ، ولعل في الاقتراحات السابقة ما يفتح الطريق أمامها فنياً واجتماعياً مع الحفاظ على خبرات أفرادها ، إذ أن الصعوبة تقع في تحول الكثيرين من أفرادها عن هذا المجال وسلوك مجالات أخرى تؤدي إلى مستقبل أضمر . ولذا ينبغي على الحكومات ألا يقتصر اهتمامها على وضع برامج تدريبية ممتازة مع عدم وضع الضمانات الكافية للحفاظ على الصفوة الممتازة من العاملين في هذا الميدان ، بل يجب أن يكون اهتمامها بوضع تلك الضمانات على المستوى نفسه من الأهمية .



# إعداد الفنيين من أفراد الأجهزة العلمية للمعاونة

للمهندسين محمد حسن حلاوت

والمهندسين ميسيل يوسف فرج

والمهندسين محمد عبد الرحيم الخردجي

## مقدمة :

لاشك أن مواصلة البناء الشامل للعالم العربي في نطاق برامج التنمية والتصنيع يتطلب إلى جانب تحديد الأسلوب والبرامج التكنولوجية ضرورة إعداد وتدريب العمالة الماهرة والكوادر العلمية حتى يتواءم استغلال الموارد والخامات مع تأهيل القوى المدربة على الإنتاجية وكفايتها . ولاشك أن العالم العربي قد عني بتثقيف العمال وتدريبهم لمساندة عجلة التصنيع كما سعت الجامعات لتطور نفسها بغية الاتجاه الأكبر ناحية التكنولوجيا والبحث التطبيقي إلى جانب استمرارها في متابعة تعليم المواد الأساسية ولكن ظل إعداد الفنيين والمساعدين — وهمزة الوصل بين الجامعيين والعمال — موزعاً توزيعاً عفويّاً وفق اجتهادات الوزارات والمؤسسات .

ولقد عُنيت المدارس الصناعية فيما مضى بتكوين طبقة من الخريجين كانت بالنسبة للربع قرن الماضي على مستوى بين الأداء والصلاحية لا بأس بها بل قد برزت من صفوف خريجي المدارس الصناعية الثانوية والابتدائية مجموعة من فني النسيج والنجارة والحدادة كانوا دعائم بدء التحول الصناعي بعد الحرب العالمية الثانية في أنحاء الوطن العربي . ولكن مع النمو السريع في علوم العصر أصبح نظام هذه المدارس متجسداً غير متطور لاسيما بعدما تأكد نقص ورش هذه المدارس في الأجهزة الحديثة للقياس والتشغيل الدقيق ، وكانت وزارة التعليم العالي عند انبثاقها من وزارة المعارف القديمة قد فطنت أيضاً إلى أهمية هذه الكوادر الوسطى فأنشأت معاهد اشتهر منها « معهد المطرية » لإعداد المساعدين والفنيين كما كانت وزارة الصحة من جهتها أيضاً تهتم بتخريج مجموعة مساعدي العامل والأشعة والتمريض ومنقشي الأغذية للمعاونة في قطاع الخدمة الصحية وكان المجلس الأعلى للعلوم التابع لرئاسة مجلس الوزراء في أواخر الخمسينيات أيضاً يسعى اقتناعاً منه بمبدأ التخطيط

وضروته إلى إنشاء مركز لصيانة الأجهزة العلمية . كما كانت بعض الشركات والمصانع الأهلية تهتم إلى جانب محاربة الأمية بين صفوف عمالها بإقامة حلقات تدريب على الخبرات والتخصصات الدقيقة المرتبطة بعمل المصانع بغية رفع الإنتاجية وتكوين صف ثان من الفنيين، وكانت بعض المعاهد الأجنبية خاصة المنشأة بمجهود بعض الجاليات الأجنبية في مصر تسهم أيضاً بقسط في تأهيل فنيين يستخدمهم عادة القطاع الخاص مثل المعاهد الإيطالية دون بوسكو وليوناردو دافنشى وبعض المعاهد اليونانية وقد اندثر بعض هذه المعاهد في حين صمد البعض الآخر وأخذت تخرج فنيين تقدرهم الوزارات والمصالح الحكومية . وكانت بعض معاهد الرسم والتصميم المصرية أيضاً تقام وتسهم من جانبها في تغطية حاجة العمل من هذا النوع من الخبرة كما كانت هناك في نطاق وزارة الصناعة مجموعة من المعاهد الصغيرة المتخصصة في تكوين فنيين لشغل بعض الصناعات كالزجاج لصناعة الدواء وكان خريجوا هذا المعهد من الشحة الأمر الذي جعل التهاوت عليهم كبيراً للغاية ... وكانت هذه الاجتهادات عموماً ذات أداء وتجاح مقبول .

ولكن مع التحول العلمى الذى بدأ فى الستينيات مع عصر الذرة والنضاء اتضح أن النظم التى كانت سائدة تحتاج إلى معالجة بتخطيط دقيق . . كما بدت الحاجة ماسة إلى تخصصات دقيقة جديدة ميكانيكية والإلكترونية لم تكن معروفة أو مطلوبة من قبل وكذلك الاحتياج إلى تشغيل خامات صناعية جديدة من السبائك وأشباه الموصلات واللدن المتحملة للحرارة والتآكل وأيضاً إلى صناعة قطع غيار وأخرى مقننة أو ضابطة وأجهزة قياسية أو غير ذلك من القطع والمواد الخاصة التى تستلزمها الصناعات الحديثة وأخذت سياسة التعاون فى التصنيع مع ألمانيا الغربية وروسيا السوفيتية تدخل عن طريق وزارة الصناعة وهيئات السنوات الخمس والسد العالى وإدارات الكفاية الإنتاجية وعياً جديداً بضرورة العناية بنظام التلمذة الصناعية وتعميق التدريب لخلق العامل الفنى الحاذق وفق سياسة طويلة المدى بعيدة عن التعجل والأرتجال واتضحت ضرورة الاسترشاد بالأنظمة الأجنبية للاقتباس منها وأيضاً ضرورة توسيع دائرة التدريب لتغطية الاحتياجات الإقليمية العربية ، وأخذت بعض هذه المراكز تهتم بتحسين المستوى العام لخريجياتها فى اللغات لتسهيل بهم الاطلاع على المراجع والكتالوجات فى حين اهتم البعض الآخر بالتدقيق فى اختيار المتقدمين عن طريق الاختبارات النفسية التى تعقد لها لهم قبل الالتحاق بها ، وكانت أغلب هذه المراكز تسعى لدى المسؤولين للاعتراف بشهادة تدريب المتخرج ولربطه على درجات ذات رواتب مجزية تعطى الخريج مستوى عيشى كريم واطمئنان لتقدير المجتمع للخبرات العلمية والمهارات التكنولوجية ، ولكن ظلت إلى جانب ذلك رواسب العقلية

للتعديل وفترة عملية قرابة سنتين تتم بالمصانع المتعاقد مع التلمذة وتنتهى عند نجاحه إلى التحاق بها — كما يجوز اتباع التدريب على نظام الوردتين إحداها صباحية والأخرى مساءً .

ومن الجوانب السيكولوجية الهامة في نظام هذه المراكز إدخال نظام التوجيه الذاتي بإنشاء مجلس إدارة لشئون التلاميذ يضم إلى جانب المشرف والاختصاصي الاجتماعي والمدرّب والمهندس مندوبين من التلاميذ كل فترة بالصف بالأول بالانتخاب ويستهدف هذا المجلس العمل للنهوض بالمركز وإقرار مشروع توزيع التلاميذ ومشاكلهم وعقائهم وفصلهم إلى جانب توزيعهم على الشركات وتتابع أعمال التتبع الفني والاجتماعي .

ويشترط في المتقدم إلى مركز التدريب الحصول على الإعدادية أو شهادة أخرى وفق الحاجة والنجاح في الاختبار السيكولوجي واللياقة الطبية والبدنية وترتيب هذا الاختبار ومجموعه في الإعدادية ويعتبر التلميذ تحت الاختبار ٣ شهور ثم يوقع عقد يحدد التخصص والشركة الموزع عليهم .

والتدريب الموجود بمصلحة الكفاية الإنتاجية يتناول على سبيل المثال الخراطة البرادة ، ماكينات الورش ، اللحام ، أعمال الصاج ، الحدادة ، التبريد ميكانيكا السيارات ، كهرباء السيارات ، كهرباء عام ، كهرباء آلات ، صيانة معدات كهربائية ، برادة اسطوانات .... الخ . وقد بدأت أفواج خريجي مراكز التلمذة الصناعية تظهر منذ سنة ١٩٥٩ تقريباً وحدث إقبال كبير عليها الأمر الذي جعل دخولها اليوم محددًا بمجموع أقله ٥٠٪ في الإعدادية وهي الآن موزعة في كثير من المحافظات والمراكز .. وإلى جانب التدريب الذي يشمل المهن العامة السابق ذكرها والذي

القديمة التي تجعل الطالب لا يقبل على المعهد الفني العالي ولا المتوسط إلا إذا لم يدخل الجامعة ولا التعليم الثانوي أو كان ذا مجموع منخفض في النجاح ، وفي حالات أخرى كان الطالب ينتظم في أحد هذه المراكز احتياطياً ويواصل الدراسة الثانوية حتى يحصل على المجموع الذي يؤهله للالتحاق بالجامعة . وكان من جراء ذلك أن دخلت هذه المراكز مجموعة من الشباب على غير رغبة حقيقية لهذا الفرع من الدراسة .

وسنعرض فيما يلي بعض النظم الحديثة حالياً في الجمهورية العربية المتحدة .

#### أولاً - نظام التلمذة الصناعية : ( وزارة الصناعة )

تبلورت محاولة جادة للتدريب المهني عن طريق وزارة الصناعة ( مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني ) وفق نظام سمي « نظام التلمذة الصناعية » يعنى بإعداد طبقة من الصناع المهرة في مختلف الحرف التي تحتاجها الصناعة وفقاً للنظم المتبعة في الخارج وكذلك إعداد مجموعة من الصناع بانصاف المهرة في مختلف الحرف باتباع نظام التدريب السريع إلى جانب رفع مستوى مهارة العمال القائمين بالعمل فعلاً بالشركات وصدر قرار وزاري رقم ١٥ لسنة ١٩٥٦ يحدد برنامج ونظم ومواصفات مهنية تتفق وحاجة المؤسسات بالرجوع لرأي ممثليها وحسب احتياجات العمل الفعلية خالق جهاز يتبع تنفيذ هذه البرامج والرعاية الاجتماعية والنفسية طوال فترة التلمذة مع وضع مناهج الدراسة النظرية وعقد الاختبارات واعتماد نتائجها وتوحيد مواصفاتها في شتى المؤسسات ودعمها بصندوق خدمة اجتماعية .

وقد أوصت اللائحة الداخلية لمراكز التدريب على أن نظام التدريب يتم على فترتين فترة نظرية مدتها حوالي سنة قابلة



تنظمه مصلحة الكفاية الإنتاجية بالتعاون المباشر مع المؤسسات قامت الوزارة أيضاً بإنشاء عدد من المراكز المتخصصة منها :

(أ) مركز « الصناعات الدقيقة » بدار السلام بالقاهرة والذي أنشئ بالتعاون مع حكومة ألمانيا الغربية ومن المواد التي تدرس به الميكانيكا الدقيقة - عدادات - راديو وتليفزيون - إلكترونيات - أجهزة علمية وصناعية - أجهزة رقابة - أجهزة طبية إلكترونية وغيرها .

(ب) مركز تدريب « الفلزات » يتم فيه التدريب على الأفران العالية ومحولات الدرفلة والحدادة الميكانيكية ونجارة النماذج وسبك المعادن والمعالجة الحرارية وأعمال مساعد الميثالوجى .

(ج) مركز تدريب « الصناعات الكيميائية » يتم فيه التدريب على برادة الطلمبات والمراوح وتشغيل ماكينة تجهيز الفحم وأفران السكوك ... الخ .

ثانياً - نظام معاهد إعداد الفنيين الصناعيين « وزارة التعليم العالى » :

هذا النظام الثانى يتبع وزارة التعليم العالى ولكنه سبق لهذه الوزارة إذ أنشئ قرابة عام ١٩٥٧ من وزارة التربية والتعليم على أنظمة أخذت تتبدل، وتعديل فكانت تارة مدة الدراسة فيها فى البداية ١٦ شهراً واشترط فى الدخول أن يكون الطالب حاصلات على الثانوية العامة علمى دون اشتراط أن يكون من الدفعة الحديثة أو من مجموع بالذات وتعديلت البرامج فنزلت المدة لسنة واحدة ثم رفعت لسنتين من جديد وفق الجارى حالياً وتفرعت المعاهد وتوزعت فى البلاد . ومعاهد إعداد الفنيين الصناعيين تتبع حالياً نظام الشعب التخصصية أى أن فنى الكيمياء مثلاً بعد أن كان يدرس فى أى معهد ويدرب فى المطرية أخذ يركز فى معهد مجاور لجمع الصناعات الكيميائية بأبى زعبل يتعاون فى

التدريس فيه مثلاً بعض الإخصائين من مؤسسة الطاقة الذرية ومصنع ١٨ الحربى والكيمائيات الدوائية ... الخ .

وهناك شعب كثيرة أخرى ومعاهد عديدة موزعة من المطرية وكامب شيزار والمنصورة وحلوان ووادى حوف والمنيا وأبو زعبل وشئون القطن ... الخ . وفق أهمية المؤسسات وعلاقتها بالتخصص المطلوب وأخذت البرامج تعطى الآن نصيباً كبيراً من التعليم النظرى ومدة الدراسة الآن فى كل شعبة مرحلتان كل واحدة ١١ شهراً أى ٢٢ شهراً فى العامين ولا تقبل من الطلبة سوى خريجي الثانوى العام الحداث وفق التوزيع الذى يقوم به مكتب تنسيق الجامعات بعد الفراغ من استيعاب وتوزيع الأوائل فى الكليات العملية وإلى جانب استيعاب بعض الطلبة من فلسطين والسودان أيضاً . ويمكن أن نذكر ضمن الشعب الحالية : شعب الماكينات والشبكات واللاسلكى وأجهزة القياس والتصميم والتبريد والتكييف والتراسل بالسكوى والسنترالات والقوى الميكانيكية والسيارات وقطع المعادن وجودة الإنتاج . ويلاحظ أن الجزء العملى فى هذه الدراسات عموماً لا يتعدى حالياً ٢٠٪ من الفصول والباقى دراسات نظرية وقد كان هذا النصيب من الفصول العملية ٥٠٪ أو أكثر عند بدء الإنشاء .

وبالرغم من محاولة توزيع الطلبة على الشعب وفق طلبات الهيئات إلا أن عيوب التخطيط كانت تؤدى فى بعض الأحوال إلى مغالاة فى الطلب فى الأول ثم الإنهاء إلى توظيف جزء صغير من المطلوب أو يظهر نقص كبير فى تخصصات أخرى بحيث أصبح اليوم عجز نسب الخريجين فى بعض التخصصات الأخرى عما تتطلبه الهيئات اليوم وفق الأرقام التالية :

٨٠٪ عجز من فنى ميكانيكا السيارات و ٨١٪ نقص فى فنى تكييف الهواء و ٧٩٪ من فنى القوى

و ١٠ أرمن وخمسة فلسطينيين ويلاحظ أن فرع الإسكندرية به ٤٥٠ طالب منهم ٤١٠ مصرى والباقي من البلاد العربية أو من بلاد حوض البحر الأبيض .

ومعهد « دون بسكو » لا يرتبط بعقود التامذة الصناعية ولكن خريجيه يعينهم القطاع العام والخاص على السواء بسرعة كبيرة لما يتمتعون به من خبرة عملية وأمانة ودقة انتباه وفهم المسؤولية.

(ب) وإلى جانب معهدى الدون بوسكو أنشئ معهد الفنون الجميلة الإيطالى بالقاهرة معروف باسم (ليوناردو دافنشى) منذ قبل الحرب العالمية الثانية أيضاً ومقره ببولاق وهو لا يقبل حالياً سوى الحاصلين على الثانوية العامة عن طريق مكتب التنسيق أسوة بمعاهد إعداد الفنيين بوزارة التعليم العالى . ويشترط فى الدخول إلى جانب نسبة النجاح التى يحددها مكتب التنسيق النجاح أيضاً فى اختبار يجريه المعهد للمتقدمين لقبولهم وفق استعداداتهم الفنية، والمعهد كان فيما مضى يتبع نظام الدراسة بالوقت الكامل أو الدراسات المسائية ولكن الأخيرة (أقسام التصوير والزخرفة والتصوير الإعلاني - تفاصيل المباني - منشآت حديدية ورسم ميكانيكى) جار تصنيفها لأن الشهادة للأقسام الصباحية أصبحت معترفاً بها من وزارة التربية والتعليم ويعين خريجوها بالدرجة الثامنة وتحسب لهم أقدمية سنة .

والأقسام النهارية الأساسية التى عليها إقبال فهى أقسام الرسامين المعماريين وهى مركزة على الرسم وتفاصيله وأنواعه ومدة الدراسة بها ٤ سنوات نظرية . والقسم الثانى وهو قسم مساعدى المهندسين المعماريين فمدته ٣ سنوات وتخرج منه حوالى ١٥٠ - ٢٠٠ طالب كل سنة فى حين لم يتعدى هذا العدد عشرة طلاب عام ١٩٥٥ مثلاً والمواد تدرس حالياً باللغة العربية بالإضافة إلى الإيطالية بالاستعانة بخريجى المعهد أنفسهم وبعض المهندسين المنتدبين من الوزارات والمواد كالآتى : رياضة ورسم وهندسة مستوية ورسم وهندسة وصفية وخامات

الميكانيكية و ٩٠ بالنسبة لرقابة جودة الإنتاج و ٦٠٪ للإسكندرية و ٦٧٪ للمعالجة الحرارية و ٧٨٪ للعمليات الكيميائية و ٨٤٪ للتحاليل الكيميائية و ٨٠٪ للتليفونات و ٦٩٪ قطع المعادن و ٩٠٪ للماكينات وأكبر إقبال على شعبة السيارات فى معهدى كامب شيزار والمنيا وأكبر إقبال على القوى فى معهد المنصورة .

ونلاحظ أن قرار ٢٧٤ حدد اليوم الدرجة الثامنة بأقدمية سنتين للخريج وعلاوتين بحيث يبدأ براتب قدره ١٧ جنيه تصل إلى نفس مرتب الجامعى بعد عامين من تخرجه مع الاستفادة من الأقدمية ولكن لا يزال الخريجون يتوقون إلى اللقب الجامعى فينتمون إلى معهد الصناعة العليا لأخذ لقب مهندس إذا حصلوا على تقدير جيد جداً .

### ثالثاً - المعاهد الإيطالية بمصر « الفنون الجميلة والصناعات »

(١) يوجد فى ج . ع . م مدرسة معروفة بروض النرج وثانية بالإسكندرية يديرها رهبان دون بوسكو وهى تقبل طلبة بالإعدادية وفق نظام يمتد على خمس سنوات يدرس الطالب فى المرحلة الأولى الثقافة العامة واللغة الإيطالية والبرادة الأساسية ثم يتخصص فى العامين الباقيين . أما الميكانيكا بكافة حرفها أو الكهرباء والالكتروميكانيكا ( دوائر ، موتورات .... الخ ) والمدرسة أيضاً قديمة منذ قبل الحرب العالمية الثانية وخريجيه مقدررون وشهاداتها معترف بها للتوظيف فى الحكومة ودخول الجامعة كموازنة للثانوية العامة ، والدراسات فيها بمصروفات صغيرة ولكن الطالب يسهم فى شراء خامات التدريب للمخارط والفرايز وخلافها وبمدرسة روض الفرج أى بورشها أكثر من ٢٤ مخرطة من كافة الأحجام . وعدة ماكينات لحام وعدد الدارسين بها حالياً ٣٥٠ طالباً أغلبهم من الجمهورية العربية المتحدة ولكن منهم أيضاً ١٧ طالباً إيطالياً و ٩ يونانيين



#### خامساً - ملاحظات :

وفي ضوء التجارب المتعددة سابقة الذكر يلاحظ ما يلي :

— أولاً : تعدد نظام التدريب وتبدل أنظمتها حسب الوزارات التي تتبعها مما أوجد تفاوتاً وضعفاً في المستوى الفني بين خريجي المعاهد المختلفة .

— ثانياً : ضعف مستوى اللغات الأجنبية بين خريجي هذه المعاهد ولا سيما اللغتين الانجليزية والفرنسية حيث اتضح عجزهم عن الاستيعاب الكامل للكتالوجات وكتب تشغيل الأجهزة العلمية وتعليمات الصيانة وذلك بناء على ملاحظات القائمين بالإشراف على هؤلاء الفنيين في الجهات التي يعملون بها .

— ثالثاً : كان نتيجة الإقبال على هذه المراكز أن عدد الملتحقين بها ازداد في حين أن معدات هذه المراكز لم ترتفع بنفس معدل زيادة الطلبة ، فضعف مستوى المهارات العلمية وأصبح عدد المشرفين لكل مجموعة غير كاف ومن المعروف أن ساعات المهارة لها معايير دولية ينبغي أن تحترمها حتى نصل إلى مستوى الحرفي الماهر المعترف به عالمياً .

— رابعاً : نظراً لتفاوت العرض والطلب لوحظ أنه يفرض أحياناً أعداد من خريجي معاهد إعداد الفنيين على المؤسسات بصرف النظر عن احتياج هذه المؤسسات لخبراتهم مما ينتج عنه قلة المهام المسندة إليهم وبالتالي قلة استعمالهم لمهارتهم خبراتهم التي اكتسبوها أثناء التدريب مما ينتج عنه انحدار مستواهم الفني بالإضافة إلى شعورهم بالفراغ .

— خامساً : لوحظ أن نظام التعاقد وإلحاق التلميذ بعمل ثابت أثناء تدريبه يسهم في خلق طبقة فنية مطمئنة مدعمة بتأمينات ورعاية ضد إصابة العمل أيضاً .

— سادساً : لوحظ أن انتقاء العناصر وفق الامتحان السيكلوجي واختبار الاستعدادات يسهم في حسن توجيه العناصر الدارسة نحو مبادراتها .

بناء ورسم تفاصيل المباني وعام الإنشاءات ورسم عمارة ورسم زخرفة وستاتيك الخرسانة المسلحة وطرز العمارة والطوبوغرافيا ورسم المباني . وهناك قسم ثالث للفنون والزخرفة مدته أربع سنوات ومدرسه من هيئة تدريس كلية الفنون الجميلة والمواد : طبيعة حية وطبيعة صامتة وزخرفة ورسم وهندسة مستوية ومنظور هندسي .

ويلاحظ أن هذا المعهد من المعاهد التي صمدت بعد ٣٠ سنة بل والتي تتطور برامجها بإضافة علوم جديدة لمحاكاة كلية الهندسة مثل هندسة الأعمال الصحية وغيرها وهي تتمتع بإقبال لا بأس به ، والمعهد يقبل بمسابقة واختبار خلاف مكتب التنسيق وهو بمصروفات ليست باهظة .

#### رابعاً - التدريب بواسطة الوزارات والأجهزة الأخرى :

وهناك مراكز تدريب ودورات مختلفة تقيمها الوزارات لرفع مستوى العاملين بها في التخصصات التي تهتم هذه الوزارات وغالباً ما يكون التدريب من عمال وفنيي هذه الوزارات فقط . وعلى سبيل المثال يوجد بمركز الأجهزة العلمية التابع لوزارة البحث العلمي حالياً وحدة للتدريب على أعمال الزجاج العلمي والبصريات ومن المعروف أن للمصانع الحربية مراكز تدريب يستفيد منها الفنيون من خارج المصانع أما في مؤسسة الطاقة الذرية فتقام وحدات تدريبية للفنيين بالمؤسسة لرفع مستواهم وتدريبهم على استعمال وصيانة كافة الأجهزة الإلكترونية النووية . كما نظمت دورات دراسية لرفع مستوى المساعدين الكيميائيين لسكافة أقسام المؤسسة .

ويقوم الجهاز المركزي للتدريب التابع لرئاسة الوزراء بترتيب البرامج وإرسال الفنيين للخارج لرفع مستوى الفنيين ولتكوين المدربين والمدرسين وذلك عن طريق المنح التي يحصل عليها من البلاد الخارجية مثل فرنسا وألمانيا الديمقراطية والهند وروسيا ويوغوسلافيا كما يسعى لإدخال نظام للتعليم بالمراسلة واستخدام المقتبسات وترجمة الكتب التي تتناول المهارات المختلفة .



بواسطته بالعمل مباشرة أو بعد حين وفق « خلوات الدرجات » في الهيئات والمؤسسات .

بل إن إعداد العامل الماهر يجب :

١ - أن يبدأ من حدائنه من طريق صقل مواهبه الشخصية وتنميتها بممارسة الهوايات العلمية الملائمة لاستعداداته وقدراته وهذا يستلزم نشر أندية الهوايات العلمية للشباب في أنحاء الوطن العربي على أن تتعاون في ذلك وزارات الشباب وجامعة الدول العربية والهيئات العلمية والنفقات المهنية - تشجيع النشء على الالتحاق بها في أوقات فراغهم وفي الأجازات الصيفية وكذلك نشر بعض هذه الهوايات في المدارس الابتدائية والاعدادية والثانوية على أن يتولاها مشرفون متخصصون وتشجيع الممتازين بإهداءهم الأدوات والخامات خصوصاً في الطبقات الشعبية .

٢ - كما يتبقى أن تعدل طريقة قبول الطلبة في المعاهد الفنية بحيث لا يقبل فيها إلا الطالب الذي يثبت الاختبار السيكولوجي أنه يملك المواهب اللازمة للحرفة المقدم إليها مع حصوله على مستوى معين من التعليم العام يتناسب والدراسة التي ستعطى له بالمعهد . فالمعروف أن هناك فروقاً فردية بين الفنيين في الذكاء والقدرات والاستعدادات والميول كما أن لكل عمل واجبات وظروف وقدرات ومعرفة يطلق عليها عادة تعبير التوصيف ومن المرغوب فيه كثيراً تعميم الاختبارات النفسية المقتنة .

٣ - أن يكون القبول المتقدم لمراكز إعداد الفنيين وفق الاحتياجات العددية الفعلية للمؤسسات بقدر الإمكان حتى لا تكتظ المعاهد بالطلبة وبالتالي تقل كفاءة تدريبهم ويهبط المستوى العام لذلك ينبغي أن يظل العمل وتوصيفه وحجمه وإنتاجيته هو العامل الذي يهيء نجاح تدريب الفنيين هذا إلى جانب رفع واستيفاء تجهيز هذه المراكز لتستطيع معاملها وورشها تدريب الأعداد الأكبر وفق الأساليب

— سابعاً : يلاحظ أن الإعداد والتخصص في مراكز التدريب ينبغي أن يخطط وفق سياسة يحددها أساساً الاحتياج الفعلي لكل مؤسسة وتوصيف وحجم المهارة المطلوبة حتى لا تظهر خلخلة في بعض التخصصات وفائض متعطل في البعض الآخر . فمثلاً لا يزال هناك نقص في ميكانيكي السيارات وفني الزجاج العلى والبصريات والإلكترونيات في حين أصبحت مهنة البرادة مكتظة بل تهدد بالبطالة .

— ثامناً : يلاحظ أن استغلال الحوافز ورعاية المدربين والمدرسين وتشجيعهم لا يهتم به اهتماماً كافياً بالرغم من أنه يلعب دوراً هاماً في الاحتفاظ بمستوى التدريب وخلق فنيين يتميزون بالإبداع الحقيقي والطلاقة والحساسية للمشكلات .

— تاسعاً : يلاحظ أن تقييم بعض دبلومات التدريب جعل الفنى يعين اليوم عادة بالدرجة الثامنة المتوسطة ومع بدلات العمل والأجور الإضافية يصل دخله في بعض المؤسسات إلى ٢٠ - ٢٥ جنيهاً تقريباً وهذا يورث في التاميد الصناعى الاطمئنان والكرامة .

— عاشراً : يتألم خريجو معاهد إعداد الفنيين من التخلف الوظيفى الطويل الأمر الذى يجمعهم في بعض الحرف يحاولون تعويض ذلك بعمل إضافي مرهق بعد ساعات العمل الرسمي على حساب الوظيفة الصباحية أو في البعض الآخر يعزفون عن العمل اليدوى مفضلين الانتساب لدراسات عليا تمنحهم لقباً أو شهادة لتحسين كادرهم وبذلك تفقد المؤسسات الأيدي الفنية المساعدة المدربة تدريباً طويلاً .

سادساً - بعض الآراء والتوصيات :

مما سبق يتضح أن إعداد الفنيين المهرة ليست مسألة ترتجل لاستيعاب فائض الثانوية العامة في مكاتب التنسيق ، أو أن إعداد المساعدين المهرة يتم بتلقينهم مجموعة دروس ومحاضرات يمتحنون فيها النجاح في « دبلوم » يلحقون

الأحدث مثل استخدام «الوسائل البصرية والمرئية» لتحسين مستوى اللغات «والدوائر المطبوعة» كما هو متبع في مركز التليفونات بمدينة ناصر .

٤ — أن تبذل عناية تامة باختبار المدرسين والمدرّبين من المناحيّتين الفنيّة والخلقيّة حتّى يكونوا قدوة حياة لتلاميذهم وتعتبر هذه النقطة من أهم الأسس في تخرج مدرّبين مهرة . وفي اعتمادنا أن برنامج تدريب المشرفين أنفسهم على إعداد الفنيين الذي تتبعه مصلحة الكفاية الإنتاجية بوزارة الصناعة لعام ١٩٧٠/٦٩ يشكل مثلاً صالحاً يحتذى في الوطن العربي إذ أنه يتضمن العلاقات الإنسانية ، العمل وتعليماته وتبسيط سلامته ، التدريب وفنونه وخطته ومتابعتها ثم اختبار الأفراد وقياس كفاءتهم ورفع معنوياتهم . وهناك منشورات جادة في هذا الجانب أيضاً بقلم خبراء الجهاز المركزي للتدريب مصريين وأجانب .

٥ — من التوصيات الهامة أيضاً العناية « بالتدريب الميداني » في أثناء فترة دراسة الفنيين حتّى يتأقلم الطلبة على الجو الصناعي الفعلي ولا تتساقط عقلية أكاديمية عليهم وحتّى لا يصبح انتقالهم من جو المعهد الدراسي إلى جو المصنع مفاجأة لهم .

٦ — عمل نظام كادر وظيفي لا يقيدهم بنظام مالي بطيء التقدم أو بشهادات معينة بل يكون أقرب إلى نظام القطاع

الخاص المتنافس ومرتبّطاً أكثر بإنتاجيتهم ومهارتهم وقدراتهم التي تتابع اختباراتهم فيها من وقت لآخر .

٧ — متابعة رفع مستواهم العلمي بعد إلحاقهم بالمؤسسات بعمل دورات تدريبية لهم على فترات لإعلامهم بما يستجد في مجال عملهم من تقدم تكنولوجيا أو استخدامات أو اختراعات جديدة .

٨ — الاستفادة الأوسع من الفرص التي يعطيها لهم الجهاز المركزي من المنح التدريبية في الخارج لتعريفهم بأجواء وعوالم أخرى تفتح أمامهم أبواب التسامى ، والقدوة الحسنة .

٩ — الاعتماد الأكثر على نظام الحوافز والمكافآت التشجيعية والمتماثل لنظام الأرباح في المؤسسات الإنتاجية خصوصاً للعاملين منهم في أجهزة البحث والتطوير وذوى المبادرة والابتكار .

١٠ — وأخيراً فلا شك أن الفنيين المدرّبين لن يحققوا وحدهم مقابلة تحدى العصر ما لم يتكامل التدريب فوقيّاً في الكوادر العليا والمدرّسين والمدرّبين الحاذقين لجوانب « إدارة الأعمال » وأيضاً إذا لم يتواصل ذلك تحمّياً مع العمالة الذكية والحماس وتجربة العمل الفني «المدار ذاتياً» في التزام بالمسؤولية واحتكام للضامير .

# وسائل التنسيق بين البلاد العربية في المجال العلمي للدكتور

صباحي تاسم

إن التحدث في التعاون والتنسيق بين البلاد العربية في مختلف المجالات ومنها المجال العلمي ليس بالشئ الجديد ولكن الأمر الذي لاشك فيه أن البلاد العربية ممثلة بعلمائها ومؤسساتها العلمية الرسمية منها والخاصة وبحكوماتها لم توفق رغم الجهود التي بذلت حتى الآن في دعم التعاون والتنسيق فيما بينها على المستوى المطلوب وفي الوصول إلى نتائج إيجابية في ذلك المضمار . ولعل لا أكون مغالياً إذا قلت إن التنسيق في مجالات العلم ليس على الوجه المطلوب بين العلماء والمؤسسات العلمية في البلد الواحد . والأمر الذي يحز في النفس حقاً هو واقعنا الحالي الذي نجد فيه أن العلماء العرب في كل بلد هم أكثر صلة بالعلماء خارج العالم العربي ، وهم في الوقت نفسه أكثر إطلاعاً على ما يجري من نشاطات علمية في البلاد الأجنبية منه في البلاد العربية . وسأنتقل من هذا الموقع إلى طرح السؤال التالي : هل يجب على الدول العربية التنسيق فيما بينها في المجال العلمي؟ ولماذا؟ والرد على الشق الأول من هذا السؤال يكمن في رأيي في مدى تحسن البلاد العربية لمسئولياتها نحو الشعوب العربية وآمالها في وجود التعاون والتنسيق في جميع المجالات حتى ينتهي الأمر إلى تحقيق الوحدة المنشودة . وأما الإجابة على الشق الثاني فهناك أسباب عديدة تجعل التنسيق والتعاون في المجالات العلمية ضرورة ملحة ، وسأذكر من تلك الأسباب مايلي :

١ - أن التنافس والصراع القائم بين الأمم في هذا العصر يجعل من المستحيل لأي بلد ، كبيراً كان أم صغيراً ، أن يعزل نفسه عن بقية العالم . ولقد أصبح من مستلزمات التقدم، بل البقاء ، لأي بلد أن يقوم بالتعاون والتنسيق بينه وبين البلدان الأخرى . وأمر التنسيق ، بالنسبة للبلاد العربية التي لا تستطيع كل بمفردها مواجهة جميع المشاكل التي تعترضها في مختلف الحقول العلمية ، هو في رأيي أكثر إلحاحاً لتتمكن من المضي قدماً بالسرعة المطلوبة في تطوير مجتمعاتها وتقدمها ، وحتى يصبح في استطاعتها الصمود أمام التحديات التي تواجهها .



٢ — إن جميع البلاد العربية تشترك — ولو بدرجات متفاوتة — في تخلفها العلمي وعاليها أن تخطو خطوات لتلحق بركب التقدم العلمي والتكنولوجيا ولتحتل المكانة التي تليق بها في الحقل العلمي . وبالإضافة إلى ذلك فإن هناك تشابهاً كبيراً في المشكلات العلمية التي تواجه مختلف البلدان العربية . ولذلك فإن تنسيق الجهود في هذا المضمار سيكون دعماً للعلم وتقدمه السريع وسيساهم أيضاً في وضع مآهه متوفر من المال والجهد في السبيل الصحيح والمنتج .

### وسائل التنسيق :

يمكن أن يبدأ التنسيق على مستويات مختلفة منها مستوى العلماء كأفراد ومستوى الجامعات أو المؤسسات العلمية أو الجمعيات أو الاتحادات العلمية وأخيراً مستوى الدول . والتنسيق على مستوى العلماء أو الجمعيات والاتحادات محدود النتائج لعدة أسباب أهمها في رأيي : عدم توفر الإمكانيات المادية ، ولذلك فإن اهتمام الدول بالتنسيق له أهميته الكبرى وخصوصاً عندما يصل الحال إلى تنفيذ مشروعات أو إنشاء مؤسسات علمية إقليمية تحتاج إلى إمكانيات مادية . وقبل أن أدخل في وسائل التنسيق أود أن أشير إلى الدور الفعال الذي يستطيع الأفراد أن يلعبوه في جميع مراحل التنسيق . ففي جميع المستويات يجب أن تتوفر الرغبة الجدية للتنسيق والتعاون عند الأفراد ويجب أن تتطور الرغبة إلى أخذ عنصر المبادرة وإلى الجهود الإيجابية المثمرة . وهذا يقودني إلى أن أتطرق للنقاش الذي يدور بين أوساط العلماء في البلد الواحد بل وبين أوساط العلماء من أكثر من بلد . ففي الوقت الذي يبدى فيه العلماء رغبتهم في التنسيق ويتذمرون من عدم وجوده وعدم تحقيقه نجد أنهم يلغون اللوم في ذلك على الآخرين وفي رأيي أننا بذلك ندور في حلقة مفرغة ، فالكل في رأيي مسؤول عن عدم وجود التنسيق على الوجه المطلوب ، العلماء وجمعياتهم مسؤولية والمؤسسات العلمية والحكومات مسؤولية أيضاً ، إننا يجب ألا ننتظر حدوث معجزة حتى يتحقق التنسيق

والتعاون بيننا . إن التعاون والتنسيق يتحقق بجهودنا نحن فإذا كنا جادين فيما نقول بدأنا ومن سار على الدرب وصل . وسألخص الآن الوسائل التي نستطيع بواسطتها تنسيق جهودنا العلمية مع اعترافى مسبقاً بأنني لا أشعر بأن جميعها سيبدأ غداً ولكنني على يقين بأن العديد منها يمكن أن يبدأ في القريب العاجل إذا توفرت الجهود الصادقة :

١ — إنشاء مجلس عربي علمي يضم جميع الدول العربية التي ترغب في الاشتراك فيه ، ولا أعتقد أنني أستطيع هنا تحديد جميع جوانب إنشاء مثل هذا المجلس ولكنني سأحاول وضع بعض الخطوط العريضة لتكوينه وأهدافه .

أولاً : يجب أن يكون المجلس مستقلاً معنوياً ومادياً وإدارياً ويتولى الإشراف عليه ووضع سياسته العامة وتدير أمواله ، مجلس إدارة مؤلف من أعضاء يمثلون الدول المشتركة .

ثانياً : ينفذ أعمال المجلس ومشاريعه مدير يكون مسؤولاً أمام مجلس الإدارة ويمكن تحديد واجبات المدير بتعليمات خاصة بذلك .

ثالثاً : تتألف موارد المجلس المالية من اشتراكات الدول الأعضاء التي ليست بالضرورة متساوية ، ومن المساعدات العربية والأجنبية التي تكون مخصصة لمشاريع العلوم الإقليمية .

رابعاً : تكون أغراض وأعمال المجلس مايلي :

(١) إنشاء وإدارة مراكز البحوث الإقليمية المختصة

إما بالبحوث العلمية البحتة أو بمشاريع البحث الإقليمية .

(ب) إنشاء وإدارة مراكز الخدمات العامة الإقليمية .

(ج) تنسيق الجهود العلمية للدول المشتركة لتتلاقى الازدواجية في البحوث التطبيقية ما أمكن ذلك .

(د) إنشاء وإدارة مكتبة علمية قومية .

(هـ) إنشاء وإدارة مراكز إقليمية لتدريب الفنيين

العامين .

(و) يمكن أن تمتد أغراض وأهداف هذا المجلس للإشراف على الجمعيات والدوريات العلمية والمؤتمرات الإقليمية وكذلك توحيد المصطلحات العلمية .

(ز) تشجيع البحوث العلمية ودعمها عن طريق تقديم منح مادية للباحثين في مختلف الدول العربية وذلك ضمن خطة توضع لهذا الغرض .

خامساً : إن استقلال المجلس لا يعني بآية حال الابتعاد عن المؤسسات العلمية في البلاد العربية وإنما يجب أن يضمن نظام تأسيس هذا المجلس علاقات وتفاعلاً صحيحاً مع المؤسسات العلمية القائمة ويجب أن يأخذ بعين الاعتبار بعض المشروعات الإقليمية القائمة .

٢ - مراكز البحوث الإقليمية : إن مستلزمات أى نهضة علمية صحيحة هو السير في الأبحاث العامة الأساسية (البحثية) التي تتصل بأهداف التقدم العلمى وبالمشاكل المستعصية في شتى الحقول . ومن المعروف أيضاً أن القيام بهذه الأبحاث يحتاج إلى إمكانيات بشرية ومادية لا تستطيع توفيرها كل دولة بمفردها . ولذلك فإن تعاون الدول العربية هو من ضروريات إنشاء مثل هذه المراكز وسأذكر بعض المراكز التي يمكن البدء بإنشائها :

(أ) مركز البحوث الذرية والنووية .

(ب) مركز البحوث الكيماوية والفيزيائية والرياضيات .

(ج) مركز بحوث الأحياء البحرية .

(د) مركز البحوث الصحراوى .

(هـ) مركز البحوث البيولوجية .

وتتولى هذه المراكز بالإضافة إلى الأبحاث البحتة تنفيذ مشاريع بحث تطبيقية تهدف إلى حل مشا كل تواجه عدد من الأقطار العربية .

٣ - مراكز الخدمات الإقليمية :

يحتاج العلماء الباحثون إلى العديد من الخدمات التي تسهل أعمالهم وتسارع من إنجازاتهم وإنشاء العديد من هذه المراكز على مستوى القطر الواحد إن لم يكن مكلفاً بحيث لا يستطيع القطر إنشاءها وصيانتها بمفرده فإن تكلفة إنشائها في معظم الأحيان لا يبرر وجودها على مستوى القطر ومن هذه المراكز ما يلي :

(أ) مركز للألات الحاسبة الالكترونية .

(ب) مركز لتعريف الكائنات الحية مثل النباتات والحيوانات والفطريات الخ .

(ج) مركز لإكثار أصناف وأنواع النباتات البرية والاقتصادية التي يمكن استعمالها في تحسين صفات النباتات الاقتصادية .

ولا يشترط أن تكون هذه المراكز مستقلة عن نشاطات البحث الأخرى حيث يمكن إلحاقها إما بمراكز البحث الإقليمية أو بإحدى المؤسسات العلمية العربية القطرية القائمة . ويمكن أن تتطور بعض هذه المراكز مثل مركز تعريف الكائنات الحية ليلحق به متحف عربى طبيعى .

٤ - مراكز التدريب العلمية الإقليمية :

يشارك الباحثين اليوم أعداد من الفنيين الذين يساهمون مساهمة فعالة في عمليات التحضير وصيانة الأجهزة وغيرها وعمل هؤلاء يقتصر فقط على معاونة الباحثين بل يمتد إلى المساهمة في أعمال التدريس العلمى الجامعى وغيرها . والدول

مجالات متخصصة ومنها :

- ( أ ) المجلة العربية للعلوم البيولوجية .
- ( ب ) المجلة العربية للعلوم الزراعية .
- ( ج ) المجلة العربية للكيمياء والجيولوجيا .
- ( د ) المجلة العربية للفيزياء والرياضيات .
- ( هـ ) المجلة العربية للطبية .
- ( و ) المجلة العربية للعلوم الهندسية .

ويمكن أن تصدر هذه الدوريات عن جمعيات عربية عامة تضم المختصين في الفروع العلمية المعنية . وكيفية إصدار مثل هذه الدوريات يسوقني إلى ضرورة إنشاء جمعيات علمية تضم ذوي الاختصاص الواحد أو الاختصاصات المتقاربة والمتداخلة ، وهذه الجمعيات تتولى بدورها إعداد ونشر الدوريات .

٦ — المؤتمرات : أجدني هنا مردداً لنفس ما قلته في مطلع تعليقي على الجمعيات والدوريات ، فأنا است بحاجة إلى إبراز أهمية المؤتمرات العلمية التي يلتقى فيها العلماء ويتبادلون الخبرات والآراء ويشحنون أنفسهم بقوة جديدة لمزيد من البحث والتبصر والإبداع فيه . ولقد شعر بعض العلماء العرب مؤخراً بأهمية هذه المؤتمرات وعقد عدد منها تحت رعاية الإدارة الثقافية في جامعة الدول العربية وكذلك ضمن الاتحاد العلمي العربي وأسبوع العلم بدمشق وغيرها . ولكننا بحاجة أيضاً إلى عقد مؤتمرات دورية متخصصة تعقدتها الجمعيات العلمية العربية إذا ما أسست أو تعقد بأي وسيلة أخرى . وتشجيعاً لإقامة مثل هذه المؤتمرات فأنني أرى ضرورة إيجاد موارد مادية تدفع منها نفقات السفر والإقامة لكل مشترك يلتقى بحثاً في المؤتمر .

٧ — اللغة العلمية وتوحيد المصطلحات العلمية :

على الرغم من الجهود التي بذلت من جمع اللغة العربية بالقاهرة ومن الاتحاد العلمي العربي في توحيد المصطلحات

العربية تفتقر بصورة عامة لمثل هؤلاء الفنيين ، ولذلك فإن تعاون الدول العربية في إنشاء مراكز تدريب للفنيين سوف يسارع في سد هذا النقص الهام . وأذكر على سبيل المثال بعض هذه المراكز : نزع الزجاج ، صيانة الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ، التحضيرات المتعلقة بمختلف فروع العلوم البيولوجية ، ويجب أن لا يفوتني هنا أن أورد مثلاً حياً قائماً وهو المركز الإقليمي للنظائر المشعة الذي ساهم ويساهم بفعالية في تدريب العديد من الباحثين والفنيين العرب على استعمالات النظائر المشعة في عدد من الحقول العلمية البحتة والتطبيقية . ومرة أخرى يمكن القول بأن مراكز التدريب هذه يمكن إلحاقها بمراكز البحث الإقليمية أو بمؤسسات عملية قطرية .

٥ — الجمعيات العلمية والدوريات :

لست بحاجة لأن أتحدث بالتفصيل عن أهمية وجود الدوريات العلمية . فمدى توفر مثل هذه الدوريات ليس إنعكاساً لنشاطات البحث العلمي وتقدمه فحسب بل هو الوسيلة التي يتم فيها إتمام البحث العلمي ، وأكاد أقول أن توفر الدوريات ونشر الأبحاث له أهمية البحث العلمي نفسه . وقد ظهر في العشرين سنة الماضية عدد من الدوريات العلمية المتخصصة في عدد من الأقطار العربية كان معظمها في الجمهورية العربية المتحدة . وتصدر جميع تلك الدوريات على مستوى القطر الواحد ولم أجد ذكراً لأي دورية علمية تصدر على مستوى إقليمي .

إن إنشاء دوريات علمية متخصصة تنشر على مستوى العالم العربي هي من أهم وسائل التنسيق وأراني لست بحاجة إلى الخوض بتفاصيل أسباب ذلك . وقد لا أكون قادراً على حصر أسماء الدوريات ( المجلات ) التي يمكن إصدارها على مستوى إقليمي ولكنني أقترح الدوريات التالية : المجلة العربية للعلوم ، وتكون هذه المجلة عامة ، وينشر فيها الأخبار العلمية القصيرة ، والمقالات العلمية غير المتخصصة ، ومقالات تتعلق بالتعليم العلمي الخ . .



المصطلحات العلمية الموحدة على مستوى المدارس الثانوية ثم المراحل الجامعية الأولى وهكذا .

#### ٨ - الأبحاث التطبيقية :

لا شك أن كل بلد عربي يواجه العديد من المشاكل المحلية والمتعلقة بتنمية موارده الاقتصادية الخاصة في حقول الزراعة والصناعة وغيرها . وتحتاج هذه المشاكل إلى بحث علمي له الصيغة التطبيقية في معظم الأحيان . ولقد توصلت معظم الدول العربية بدرجات متفاوتة إلى نتائج ملموسة في حل العديد من تلك المشاكل ، والعمل قائم في كثير من مشاريع البحث الهادفة لحل مشاكل أخرى . والتنسيق في هذا الميدان مطلوب له عدة فوائد . ويمكن أن أخلص وسائل التنسيق في هذا الميدان بما يلي :

(أ) جمع ملخصات لنتائج الأبحاث التي تمت في كل بلد وتوزيعها على الدول العربية .

(ب) تبادل النشرات العلمية التي تم نشرها بين جميع الدول العربية وضمان استمرار التبادل في المستقبل .

(ج) إصدار كتاب سنوي يضم مشاريع البحث القائمة في كل بلد مع بيان ملخص عن أهداف كل مشروع والمراحل التي قطعها البحث نحو تحقيق النتائج المطلوبة وكذلك أسماء القائمين على البحث وعناوينهم .

(د) عقد اجتماعات بين المسؤولين عن مؤسسات البحث التطبيقية تهدف إلى تجنب ازدواجية الجهود في حل المشاكل التي تجابه أكثر من بلد وإلى توزيع الجهود المتوفرة لحل أكبر عدد من المشاكل وبالإضافة إلى ذلك تنسيق الجهود لمعالجة المشاكل العلمية بطرق مختلفة والتأني حلها باتجاهات متعددة .

#### ٩ - المكتبات والمكتبة العلمية والقومية

يجب أن تعمل الدول العربية على إقامة مكتبة قومية عربية شاملة يكون من ضمن أهدافها توفير أوسع مجموعة من

العلمية التي عربت أو أدخلت إلى اللغة العربية فإن الأواسط العامة العربية لاتزال تتخبط في هذا المضمار .

فالكشوف العلمية التي نشرت<sup>(١)</sup> والقواميس والمعاجم العلمية التي ظهرت<sup>(٢)</sup> لم تجد طريقها لتصبح معمة الاستعمال في جميع الدول العربية أو حتى في عدد قليل منها .

ويرأى لي أن السير في هذا الطريق صعب وشائك . فلا شك في أن عدم نجاح الجهود التي تهدف إلى تعريب المصطلحات العلمية يحتاج إلى تعميق جذري في نظرنا لهذا الموضوع . ففي الوقت الذي تزايد فيه المعرفة العلمية وتكاثر فيه المصطلحات العلمية بسرعة لانستطيع أن نقف مكتوفي الأيدي إنتظاراً لتعريب تلك المصطلحات حتى نستعملها . فإذا أصر البعض على استعمال اللغة العربية كلفة علمية فيجب أن لا نتردد في إدخال المصطلحات العلمية إلى اللغة العربية وياحبذا لو وضع المختصون في اللغات قواعد يتبعها العلماء في إدخال تلك المصطلحات بحيث تناسب وطبيعة لغتنا الجميلة .

وعلى جميع الأحوال فإن العلماء العرب مدعوون لمعالجة هذه المشكلة بتجرد وموضوعية ، وإذا كان لي أن أدلي برأيي في هذا الموضوع فأنني أرى أن نسير باتجاهين في نفس الوقت الاتجاه الأول : استعمال اللغة الإنجليزية ( لأنها أصبحت لغة العلم العالمية ) كلفة علمية في حقول البحث والنشر والتعليم العالي ، والاتجاه الثاني : السير بمجد وإخلاص في إدخال

(١) مجمع اللغة العربية : مجموعة المصطلحات العلمية والفنية التي أقرها المجمع القاهرة ١٩٥٧ .

(٢) منها أ - معظم المصطلحات العلمية في الحيوان والنبات والجيولوجيا والطب والكيمياء والرياضة - وضع عبد العزيز محمود ومحمود عبد الرحمن وحسن محمد ربحان .

( القاهرة مطبعة الإنجلو مصرية ١٩٥٦ ) .

(ب) معجم المصطلحات الطبية - ترجمة الكواكبي وخاطر والحياط - دمشق مطبعة الجامعة السورية ١٩٥٦ .

(ج) قاموس حتى الطبي - الجامعة الأمريكية - بيروت ١٩٦٧ .

(د) معجم أسماء النبات .

المراجع العلمية التي تنشر في مختلف أنحاء العالم . وإذا كان تحقيق هذا بعيداً في الوقت الحاضر فانتى أقترح إصدار نشرة تحتوى على الدوريات والمراجع العلمية الموجودة في مكاتب الجامعات العربية ومراكز البحث ، وتوزيع هذه النشرة على جميع المهتمين بالبحث في العالم العربي حتى تتاح الفرصة لهم بالاستفادة منها عند الحاجة . وأقترح أيضاً إصدار ملحق سنوى لهذه النشرة يحتوى على الدوريات والمراجع التي أضيفت إلى موجودات كل مكتبه .

وفي النهاية أود أن أبين بعض النقاط العامة المتعلقة بالتنسيق وتحقيقه :

أولاً : المؤسسات والهيئات الإقليمية القائمة : يوجد الآن عدد من المؤسسات والهيئات التي حققت نتائج محدودة في مجال التنسيق العلمي بين عدد من البلاد العربية . ومن بين هذه الهيئات إتحاد الجامعات العربية والاتحاد العلمي العربي واللجنة العربية للطاقة الذرية والمركز الإقليمي للنظائر المشعة . وعند البدء في تنفيذ وسائل جديدة للتنسيق يجب أخذ تلك المؤسسات السالفة الذكر بعين الاعتبار ، فإما أن تقوى حتى تصل إلى نتائج أكثر إيجابية في مجال التنسيق أو أن يستفاد من الخبرة التي مرت بها تلك الهيئات عند البدء بتنفيذ شكل جديد لوسائل التنسيق .

ثانياً : إن السير في تنفيذ أى من وسائل التنسيق يجب أن لا يتوقف بأى حال على موافقة جميع الدول العربية فلا شك من أن ظروفًا خاصة سوف تحول دون مشاركة بعض الدول في جميع وسائل التنسيق . ولذلك علينا أن نبدأ بالتنسيق عن طريق أى من الوسائل بين الدول التي توافق على المشاركة وخصوصاً إذا آمنا أن الخير في ذلك سيعود على الجميع .

ثالثاً : لا يسعني هنا إلا أن أعرض للدعم المادى المطلوب لتحقيق التنسيق والتعاون في المجال العلمى . ولقد بدأت الدول العربية بمستويات مختلفة الاهتمام أكثر فأكثر في دعم العلم والبحث العلمى إيماناً منها أن لوجود ولا تقدم لأى أمة لا تنهج الأسلوب العلمى فى بناء مجتمعاتها وفى تطوير مصادرها فى هذا العصر . ولكنى مع هذا كله أرفع صوتى مع الأصوات الأخرى قائلاً : إننا فى جميع البلاد العربية نحتاج إلى مزيد من الاهتمام بالعلم والبحث العلمى وإلى مزيد من الدعم المادى فى جميع الحقول والنشاطات العلمية . وهذا الدعم يجب أن لا يقتصر على مستوى القطر فقط بل يجب أن يمتد جنباً إلى جنب مع دعم المؤسسات العلمية ومشاريع البحث العلمى وغيرها من نشاطات عملية على مستوى الدول العربية بأجمعها .

# وسائل العمل على الاحتفاظ بالعلميين في البلاد العربية والاستفادة بهم في تخصصاتهم

للدكتور مصطفى جمال طلبه  
والدكتور المهندس أسامة الخولي

## ١ - تعريف المشكلة وأسبابها الأساسية :

عرف العالم منذ القدم ، سعى طلاب العلم وتحملهم مشاق السفر على طرق وعرة غير مأمونة وفي ظروف الفقر والعوز وشظف العيش طلباً لزيد من المعرفة وسعيًا للجلوس بين يدي معلم عظيم ذاع صيته فبلغهم نبؤه . ولقد باركت النهضة الإسلامية حركة السعي في طلب العلم منذ لحظاتها الأولى ، فقال النبي صلى الله عليه وسلم « اطلبوا العلم ولو في الصين » . وتأسست مبادئ احترام العلم ، وتقدير أهميته في دعم المجتمع ، وفي روح النهضة العربية الإسلامية وخلقت أنماطاً سلوكية تحترم طالب العلم النازح عن بلده وتعضده في سعيه وتحنو عليه وتيسر له سبل العيش ، كما وطدت مكانة رجل العلم في المجتمع ورفعت من قدره ، حتى قال الإمام مالك قوله المأثورة « بلغني أن العلماء يسألون يوم القيامة فيما يسأل فيه الأنبياء » .

وكان المؤلف أن يعود طالب العلم إلى أهله ينشر بينهم ما تعلمه وينقله إلى الأجيال التالية من أهل وطنه . ولم يرتبط هذا السعي أبداً ، ولو من بعيد ، بالكسب المادي في أي مجتمع بل على العكس من ذلك ، كان العلم وشظف العيش صنوان لا يفترقان .

ولقد عرف العالم أيضاً في تاريخه الطويل هجرات جماعية كانت المجتمعات المضيفة تباركها وترى لها وظيفة اجتماعية بناءة . ولقد رحبت الحضارة العربية الإسلامية الناشئة بعلماء اليونان الذين تعرضوا لاضطهاد الكنيسة وهيأت لهم سبل العيش الرغيد ونظمت حركة واسعة النطاق لجمع التراث الذي جاء به هؤلاء وعربته ونشرته واعتبرته إحدى الدعائم التي أضاف إليها علماء العرب حين شيدوا صرح العلم العربي .

ومن الأمور الهامة في مستهل هذا البحث في أمر استنزاف الخبرات والمواهب العربية أن نفرق بوضوح بين ترحال طالب العلم «المنهوم الذي لا يشبع» على حد وصف النبي الكريم له والحركات الجماعية للنازحين من وجه الاضطهاد—من ناحية—وبين جهود شركات اصطلياد الخبرات من الخارج . مثل شركة «الوظائف المتحدة» (Careers Incorporated) خصوصاً وأن بعض المفكرين يرى فيما نسميه الآن «استنزاف العقول» عملية طبيعية دائمة ، كانت موجودة في الماضي وستبقى دواماً في المستقبل .



القومي اهتمام متزايد من الدولة ، ومن أجهزتها العسكرية بالذات . ومن التجمعات الصناعية الضخمة في الدول المتقدمة باستغلال العلم استغلالاً اقتصادياً وسياسياً وعسكرياً مباشراً نظراً لما أثبتته من فعالية وصلاحية في تحقيق الأهداف الاقتصادية والسياسية على الصعيدين القومي والدولي .

وترتب على هذا إحساس واضح في تلك الدول بنقص شديد في أعداد العلماء والتكنولوجيين جاء كنتيجة مباشرة لتوسع هائل في النشاط العلمي والتكنولوجي في الوقت الذي يحتاج فيه إعداد الأفراد العلميين وتدريبهم بالضرورة إلى سنين طويلة . وبفسر هذا الظواهر الغريبة التي يواجهها بها اليوم مجتمع مثل الولايات المتحدة الأمريكية . فعلى الرغم من أن أقل قليلاً من نصف عدد شبابها الواقعة أعمارهم بين العشرين والأربعة والعشرين عاماً طلبة بالجامعات ، ومع أنها تستهدف أن يصل عدد طلاب الجامعات فيها بعد بضع سنين إلى خمسة ملايين ، إلا أن العجز في عدد العلماء والتقنيين المدربين فيها ينتظر أن يصل إلى حوالى نصف المليون خلال عشر سنوات .

ويبدو التجاء الدول المتقدمة في سد هذا العجز الخطير في الأفراد العلميين والتقنيين إلى استقدامهم من الدول النامية . يبدو هذا واضحاً في ارتفاع نسبة هؤلاء الأفراد ( الفئة المعروفة باسم المهنيين والتقنيين ومن شابههم في دوائر الهجرة بالولايات المتحدة الأمريكية ) إلى حوالى ١٠٪ من مجموع المهاجرين السكلى إلى الولايات المتحدة الأمريكية (١) . ومن الواضح تماماً أن هذه النسبة تفوق بمراحل نسبتهم إلى إجمالى عدد السكان في أى من البلاد التي يأتون منها .

ولعل كلمات مدير شركة « الوظائف المتحدة » هي

(١) يذكر تقرير وزارة الخارجية الأمريكية « بعض الحقائق والأرقام عن هجرة المواهب والخبرات ، مايو ١٩٦٧ ، أن عدد المهاجرين من هذه الفئة عام ١٩٦٦ بلغ ٣٩٠.٣٠٠ من مجموع ٤٠٣.٣٠٠ مهاجراً أى حوالى ٩٣٪ .

وليس انطباق حركة الهجرة الجديدة ، التي نتحدث عنها هنا ، مع بزوغ فجر ما نسميه « الثورة الصناعية الثانية » (أو الثورة التكنولوجية المعاصرة) ، ليس هذا الانطباق محض صدفة . بل إن هذه الحركة الاجتماعية العنيفة التي اجتاحت المجتمعات المتقدمة في ربع القرن الأخير هي السبب الرئيسى في اتخاذ هجرة العلماء شكلاً جديداً يعتبره كثيرون بحق خطراً داهماً على مستقبل العالم النامى كله ، بل ويقف حجر عثره في طريق تقدم عدد من دول أوروبا الصناعية أيضاً . ويساعدنا العرض السريع لما جاءت به هذه الثورة الاجتماعية الجديدة من تغيرات في شكل النشاط العلمى وفي علاقاته بالنشاطات الإنسانية الأخرى — كما تشكلت خلال خلال الثورة الصناعية الأولى — يساعدنا هذا العرض على دحض الحجج التي تساق أحياناً للتهوين من شأن هذه المشكلة وتمويه الفوارق الجوهرية التي تميزها عن حركة العلماء في الماضى .

ويعيننا من مجموعة السمات التي ميزت وجه هذه الثورة الجديدة سمتان : أولاهما — ارتباط العلم النظرى ارتباطاً مباشراً والتحامه التحاماً وثيقاً مع التطبيق في دنيا التكنولوجيا . ولقد نتج هذا الالتحام عن الزيادة الهائلة في قدرة المجتمع على تحويل الاكتشافات العملية النظرية إلى تطبيقات عملية ومنتجات جديدة في فترات زمنية قصيرة جداً وإلى درجة لا عهد لعصر الثورة الصناعية الأولى به . ويقال في هذا الصدد إن حوالى نصف ما سينتج في السنوات العشر المقبلة سيكون من سلع غير معروفة لنا اليوم . وثانية هذه السمات اختفاء الفوارق شيئاً فشيئاً بين ما درجنا على تسميته « العلوم الإنسانية » وبين العلوم الطبيعية والحيوية وتغلغل استخدام المنهج العلمى ، كما تشكل على يدى المشتغلين بالعلوم الطبيعية ، في كثير من العلوم الإنسانية .

واقعد صاحب شمول العلم هذا والتحامه بالاقتصاد

وهي لا تتوانى عن نشر الأرقام والإحصائيات المتعلقة بالهجرة وإتاحتها على الصعيد الدولي ، بل أن المصدر الذي تستند إليه هذه الدراسة لحجم المشكلة في العالم العربي صادر عن وزارة الخارجية الأمريكية !

١ — وعندما نشطت منظمة اليونسكو لدراسة مشكلة استنزاف العقول والتصدى لاقتراح أفضل الأساليب لمعالجتها اصطدمت منذ اللحظة الأولى بهذا النقص في البيانات فاضطرت إلى أن توكل إلى عدد من الدول الأعضاء من مختلف أرجاء العالم إعداد دراسات محلية عن واقع المشكلة في كل منها . وكانت هذه الدراسات المحلية تمهيداً لا بد منه قبل الإقدام على دراسة المشكلة بوجه عام وعلى اقتراح الحلول لها .

ولقد كانت الجمهورية العربية المتحدة واحدة من بين تلك الدول التي طلب منها القيام بهذه الدراسات التمهيدية . وتعانى هذه الدراسة العربية<sup>(١)</sup> التي تكاد أن تكون الوحيدة من عيبين جوهريين — في تقديرنا :

أولهما : اقتصرها على مبعوثي الدولة للدراسة بالخارج<sup>(٢)</sup> وانصرافها — ربما بحكم الضرورة وتحت ضغط نقص البيانات — عن حركة العلميين في مجالات أخرى قد تفوق في أهميتها مجال الطلاب الموفدين للدراسة بالخارج ، كما سنرى فيما بعد .

وثانيهما : أنها قاصرة على الفترة ما بين عامي ١٩٥٦ و ١٩٦٦ . وهناك من الشواهد ما يدعو إلى الاعتقاد بأن حركة الهجرة آخذة في الازدياد بشكل خطير منذ عام ١٩٦٦ في العالم العربي وفي غيره من البلدان .

أبلغ إيضاح لحقيقة المشكلة وأسبابها الأساسية . فلقد جاء على لسانه في عدد يناير سنة ١٩٦٨ مجلة « العلم والحياة » الفرنسية ما يأتي :

« إن قيادة العالم اليوم تبدأ من التكنولوجيا . . . والتكنولوجيا تبدأ بدورها في البحث والتطوير وهذا هو السبب في أن الولايات المتحدة ملزمة أساساً بهذا الطريق .

وليس من المستغرب أننا لم نقدر على إعداد القوة العاملة الكافية لهذا . . . فإن تكوين التكنولوجيا يستغرق عشر سنوات على الأقل . إنه أمر يستغرق وقتاً طويلاً واحتياجاً لنا الحاضرة لا تقدر على الانتظار .

إن تغيير هذا الوضع سيستغرق عدة أعوام . ويعنى هذا أننا سنعتمد لسنين عدة قادمة وبدرجات متزايدة على العقول المتاحة لنا من وراء البحار .

نحن لا نريد من بريطانيا العظمى رجالها الأكبر سناً ، إننا نريد ما يسمونه اليوم « بذور التقاوى » . إن أية دولة تحمى كبار السن فيها على حساب صغارهم . ستعانى كثيراً من منافسة أمريكا .

## ٢ - حجم مشكلة الهجرة من العالم العربي :

إن أول ما تصطدم به أية محاولة لدراسة حركة نزوح العلميين العرب عن أوطانهم إلى الدول الأكثر تقدماً هو النقص الشديد في البيانات المتاحة عن هذا الموضوع . وهناك اتجاه عام في كثير من الأوطان العربية إلى اعتبار هذه البيانات من الأسرار القومية التي يثير افشاؤها مشاكل وحساسيات من نوع خاص . ولهذا الموقف أثر واضح في عجز كل محاولات دراسة المشكلة والاعلام بها عن تحقيق الغرض منها تحقيقاً كاملاً . ومن اليسير جداً أن نمنع في المبالغة في خطورة نشر هذه البيانات لأنها في نهاية الأمر متاحة بكل بكل حذافيرها للبلاد الأجنبية التي تتلقى هؤلاء النازحين

(١) قريطم وحمدى : استنزاف العقول من الجمهورية العربية المتحدة ، ديسمبر ١٩٦٦ .

(٢) يذكر التقرير (ص ٢) أن « الدراسة الحالية تستبعد حالات الأشخاص الذين هاجروا من الجمهورية العربية المتحدة بطريقة قانونية » .



ذكره في كل الدراسات التي تجرى حول هذه المشكلة .  
ويكاد أن يكون الوحيد من نوعه ، من حيث تفصيله  
وشموله . وهذا هو الكتيب الذي أصدرته وزارة الخارجية  
الأمريكية في مارس ١٩٦٦ تحت عنوان « بعض الحقائق  
والأرقام عن هجرة المواهب والخبرات » . والذي قام  
بإعداده مجلس التعليم والشئون الثقافية الدولية بالولايات  
المتحدة . والعيب الواضح في هذا التقرير — ومن وجهة  
النظر الخاصة بالتعرف على حجم المشكلة — هو انشغاله أساساً  
بالأفراد الذين دخلوا الولايات المتحدة بصفة مؤقتة ثم استقر  
بهم المقام فيها خلال عام ١٩٦٦ . ولما كانت الولايات  
المتحدة هي بلا شك البلد الذي يذهب إليه القدر الأكبر من  
العلميين المهاجرين ، فإن هذا التقرير يكتسب أهمية خاصة  
لمعالجته لقطاع كبير من المشكلة .

ويسلم هذا التقرير ، منذ البداية ، بوجود عملية امتصاص  
للعلماء والفنيين في المجتمع الأمريكي عن طريق الهجرة من  
كثير من دول العالم . ولكنه لا يراها بالكبر الذي يتصوره  
البعض وهو يضيف بعد هذا ، أن كثيراً من البلاد التي ينزح  
عنها هؤلاء لا تحس بخسارة كبيرة نتيجة لهذه الهجرة لأنها  
لا تملك وسائل الاستفادة من خبرتهم ولا يترتب إذن على  
هجرتهم ، بالضرورة ، أن بلادهم ستعاني عجزاً في تخصصاتهم .  
ومن الحقائق الغربية التي يكشف عنها التقرير أن  
الغالبية العظمى من المهاجرين المدربين تدريباً عالياً يأتون إلى  
أمريكا بعد أن يكونوا قد أتموا دراساتهم وتدريباتهم في  
الوطن الأم .

ويضيف هذا التقرير أن أكثر من ثلثي المهاجرين من  
هذه الفئة يأتون من بلاد قطعت شوطاً بعيداً على طريق  
الثقافة والاقتصاد والاجتماعي ( مثل أوروبا وكندا ) .  
فاذا ما أضيف إلى هؤلاء النازحون من اليابان وأستراليا  
ونيو زيلندا لارتفعت هذه النسبة إلى ٧٠٪ ، أي أقل قليلاً  
من ثلاثة أرباع العدد الكلي من المهاجرين .

ولقد واصلت وزارة التعليم العالي — بمناسبة إعداد  
خطة خمسية جديدة للبعثات — دراسة مشكلة امتناع بعض  
المبعوثين عن العودة إلى وطنهم خلال الأعوام ١٩٦٥ —  
١٩٦٨ . وهذه الدراسة هي أحدث ما وصل إلى علمنا في هذا  
الشأن . وهي — بحكم الهدف الذي أجريت من أجله —  
قاصرة بدورها على المبعوثين للدراسة في الخارج ولا تتعرض  
لغيرهم من المهاجرين .

وتؤكد هاتان الدراستان العريبتان أن :

( أ ) حركة الهجرة — أو على الأصح ، امتناع بعض  
المبعوثين عن العودة — في تزايد مستمر .

( ب ) أكثر من نصف الممتنعين يستقر به المقام في  
الولايات المتحدة الأمريكية ، وتليها ، في ترتيب تنازلي :  
المملكة المتحدة ، ألمانيا الغربية ، سويسرا ، كندا ثم فرنسا .  
وتختص هذه الدول الخمس بحوالي ٩٤٪ من عدد الممتنعين  
عن العودة .

( ج ) أعلى نسبة من الممتنعين هي من بين المتخصصين  
في العلوم الهندسية ويليهما المتخصصون في الدراسات الإنسانية  
( العلوم الإدارية والتجارية واللغات والآداب والتربية وعلم  
النفس )<sup>(١)</sup> . ويأتي بعد هذا — في ترتيب تنازلي —  
المتخصصون في العلوم الرياضية والطبيعية ، ثم الطبية ثم  
الزراعية .

( د ) غالبية الممتنعين عن العودة من مبعوثي الجامعات  
ومراكز البحث العلمي ، أي خلاصة المؤهلين على مستوى  
عال ، بينما النسبة بين الموفدين في دراسات عملية وتدريبية  
منخفضة جداً .

٢ — وهناك ، بعد هذا ، مرجع واحد بالذات يتواتر

(١) أنظر ص ١٢٣ في شأن ارتباط العلم بالتكنولوجيا وزوال  
الفوارق بين العلوم الطبيعية والحيوية والإنسانية من حيث الدور  
الذي تلعبه في الاقتصاد القومي .



عوامل جذب في الولايات المتحدة ، مثل إغراء الوظائف الملائمة وارتفاع المستوى المادى والاجتماعى .

ولسنا هنا بصدد نقد هذا التقرير وتفنيد بعض مایسوقه من حجج واهية يشكل التسليم بصحتها خطراً داهماً على العالم النامى ، فقد تعرض تقرير منظمة اليونسكو<sup>(١)</sup> لها وناقشها بهدوء ونزاهة . وإنما يعنينا هنا ما به من بيانات إحصائية وعلى الرغم من أنها قاصرة على من دخلوا الولايات المتحدة الأمريكية بصفة مؤقتة .

وخلاصة القول أنه - مع التسليم السكامل ، بالنقص الشديد فى البيانات المتاحة عن هجرة العلميين من العالم العربى - فإن أى محاولة لتقدير عددهم تنتهى إلى أننا نواجه مشكلة ذات أبعاد كبيرة ومفرعة حقاً .

٣ - ولقد طالعنا جريدة الأهرام القاهرية فى عددها الصادر فى ٢١-٥-١٩٦٩ بدراسة للهجرة من الجمهورية العربية المتحدة<sup>(٢)</sup> ، وتستمد هذه الدراسة أهمية خاصة من إحصائيتين واردتين فيها تكشفان عن عدد المهاجرين الإجمالى خلال السنوات من ١٩٦٢ إلى ١٩٦٨ وعن توزيعهم على بعض التخصصات العلمية . ولاشك أن نشر هذه البيانات فى صحيفة سيارة يمثّل تحولا طيباً نحو إتاحة البيانات عن حركة الهجرة - نرجو أن يستمر وأن يتدعم .

ويربط السكاتب بين حركة الهجرة وبين تزايد عدد السكان . ولاغبار عليه فى هذا ، فهو لا يتعرض بشكل أساسى لمشكلة هجرة العلميين وحدهم ، بل يعالج أمر الهجرة كظاهرة عامة تشمل كل الفئات . ولكنه - حين يتعرض لتأثير حركة الهجرة على دفع عجلة التنمية - لا يرى أن هجرة العلميين قد أدركت حد الخطر ، بل أنه يرى أن حجمها ضئيل ولا يشكل

ويعنينا هنا أن ندرس بشىء من التفصيل ، نصيب العالم العربى من نسبة الثلاثين بالمائة التى تأتى من الدول النامية والمتخلفة ، وبغض النظر عن الأهمية النسبية لهم فى مجمل حركة الهجرة إلى الولايات المتحدة ؛ فن بين ٣٠٠٣٩ شخص هاجروا إلى الولايات المتحدة عام ١٩٦٦ تحت فئة « المهنيين والتقنيين ومن شابههم » لم يكن هناك سوى ٥٠٨٦ جاءوا أصلاً إلى الولايات المتحدة فى زيارة مؤقتة ثم استقر بهم المقام بعد ذلك فيها . ولو طبقنا نفس هذه النسبة ( ١٧ ٪ ) على بيانات وزارة التعليم العالى بشأن مبعوثى الجمهورية العربية المتحدة الممتنعين عن العودة بين عامى ١٩٦٥ و ١٩٦٧ والبالغ عددهم ٣٠٤ واعتبرنا إجمالى عدد المهاجرين ستة أمثال الممتنعين عن العودة ( وهذا تقدير متحفظ لأنه يعتبر كل من دخل الولايات المتحدة بصفة مؤقتة طالباً ) لو فعلنا هذا لكان تقديرنا لعدد المهاجرين من بلد عربى واحد ممن يندرجون تحت فئة « المهنيين والتقنيين ومن شابههم » حوالى الألفين خلال الفترة الواقعة بين عامى ١٩٦٥ و ١٩٦٨ . ولو طبقناه على عدد من دخل الولايات المتحدة بصفة مؤقتة من هذه الفئة من العالم العربى كله ثم استقر به المقام فى الولايات المتحدة خلال عام ١٩٦٦ لبلغ حوالى ٢٣٠٠ عربى فى ذلك العام وحده . وإذا ما اعتبرنا أن الولايات المتحدة مسئولة عن ٦٠ ٪ من المهاجرين العلميين لارتفع هذا الرقم الأخير إلى قرابة ٤٠٠٠ علمى تركوا العالم العربى فى عام واحد . وفى الجدول (١) بيان بتوزيع المهاجرين الذين دخلوا الولايات المتحدة الأمريكية بصفة مؤقتة من الدول العربية فى مجالات العمل المختلفة ، مع مقارنة بأرقام إسرائيل .

وينتهى عرض التقرير للموقف بقوله إن العيب الرئيسى للهجرة لا يكمن فى الولايات المتحدة بل يوجد فى البلاد التى يهاجر منها هؤلاء العلماء لأن بها من عوامل الاضطراب الاقتصادى وعدم الاستقرار السياسى ما يدفع العلميين من أبنائها إلى الخارج . ويقابل هذا من الجانب الآخر

(١) اليونسكو : مشكلة هجرة العلماء والتكنولوجيين

« استنزاف العقول » ، تقرير مبدئى ، باريس ٢٨ فبراير ، سنة ١٩٦٨ .

(٢) اللواء فتحى القاضى : الهجرة بين مطالب التنمية وتزايد السكان .

الآلفين والخمسمائة مهاجر في العام الواحد ) لبدت زيادة نسبة العلميين واضحة ، حتى في الحدود الضيقة التي التزم بها الكاتب في تعريف الأفراد العلميين .

ومن المؤكد أنه لو أخذت التخصصات العلمية الأخرى في الاعتبار لزادت أعداد المهاجرين من الأفراد العلميين ونسبتهم إلى عدد المهاجرين الكلي زيادة لا تترك مجالاً للشك في حقيقة حركة الهجرة ، في الجمهورية العربية المتحدة على الأقل ، وفي تأثيراتها المتوقعة على جهود التنمية .

### ٣ - الدوافع إلى الهجرة :

من الطبيعي — ونحن بصدد البحث عن وسائل الاحتفاظ بالعلميين في الوطن العربي — أن نغير أمر البحث في الأسباب التي تدفع هذه النخبة من العلماء العرب إلى الهجرة اهتماماً خاصاً وأن نتوخى فيه الدقة والصراحة . ولا مفر من أن نعترف هنا مرة أخرى بنقص البيانات والدراسات في هذا الجانب من المشكلة نقصاً شديداً . بل إنه لمن المتوقع أن تكون محاولة الوصول إلى حقيقة هذه الدوافع محفوفة بالكثير من الشكوك والتخمينات ، ما لم تكن قائمة على دراسات ميدانية على نطاق واسع بين المهاجرين أنفسهم . ولم نوفق في العثور على مثل هذه الدراسة ، سواء للمهاجرين من العالم العربي ، أو من غيره من البلاد .

والواقع أن هذا البحث ينطوي على أمرين ، أولهما النظر في أحوال المجتمع الذي يهاجر منه العلمى وذلك الذي

أى خطر على المجتمع ، إذ أن مجموع من هاجر من الأطباء والصيادلة والمهندسين لم يتجاوز ٧٧٣ فرداً في سبع سنوات!! ولكن الأرقام التي يوردها الكاتب في دراسته ( جدول ٢ ) مثيرة للقلق حقاً ، فلو دققنا النظر في الأرقام التي يوردها عن هجرة فئات العلميين التي اهتم بشأنها للفت نظرنا أمران :

١ — اتجاه هذه الأعداد نحو الزيادة — بوجه عام — في السنين الأربع الأخيرة .

٢ — إن معدلات الزيادة في فئة المهندسين قد بلغت أرقاماً مخيفة ، فقد ازداد عدد المهاجرين من ٤ في عام ١٩٦٢ إلى ١٣ في عام ١٩٦٥ إلى ٣٣٩ في عام ١٩٦٨ . ولواستمرت معدلات الزيادة هذه دون انخفاض لبلغ عددهم عام ١٩٧١ زهاء الخمسة آلاف مهندس من المهاجرين في العام الواحد<sup>(١)</sup>.

ويبقى بعد هذا أنها تجاهلت عدداً من التخصصات العامة الهامة ، مثل العلوم الطبيعية والزراعية والاقتصادية والإدارية والتجارية وركزت اهتمامها على عدد من المهن ، اعتبرها الكاتب هامة . ولقد كشفت دراسة التعليم العالي عن أن نسبة الامتنعين من المبعوثين في الدراسات الإنسانية تجيء مباشرة بعد نسبة الامتنعين من المبعوثين في العلوم الهندسية . أما إذا قارنا عدد المهاجرين من الأفراد العلميين بإجمالي عدد المهاجرين ( والذي يتأرجح منذ سنوات ثلاثة حول

### جدول رقم ( ١ )

السنة	عدد المهاجرين من الأطباء والصيادلة والمهندسين	إجمالي عدد المهاجرين	النسبة المئوية للعلميين
١٩٦٦	١٢٥	٢٣٥٤	٥,٣ %
١٩٦٧	٢٠٤	٢٥٨٩	٨,٢ %
١٩٦٨	٤٢١	٢٣٨٠	١٧,٧ %

(١) يبلغ عدد المهندسين المتخرجين في جامعات الجمهورية العربية المتحدة ومعاهدها العليا حوالى ٢٥٠٠ مهندس في العام .



ويزيد من خطورة الأمر اتباع الدول المتقدمة - حكوماتها وشركاتها - لسياسات إيجابية تستهدف تشجيع هذا التجميع وتكريسه . ولقد كانت الولايات المتحدة الأمريكية مثلاً تتبع ، حتى عام ١٩٦٥ ، سياسة للهجرة إليها تقوم على نظام الحصص من الجنسيات المختلفة . وكان هذا النظام يستثنى من أحكامه الأفراد العلميين المؤهلين تأهيلاً عالياً . ومع ذلك ، فلقد صدر في أكتوبر عام ١٩٦٥ قانون جديد يقيم نظام انتقاء المهاجرين صراحة على أساس تخصصاتهم وليس جنسياتهم . ونستطيع أن نلاحظ نفس هذه الاتجاهات الانتقائية التي تميز الأفراد العلميين وتشجعهم على الهجرة إلى البلاد بصرف النظر عن جنسيتهم ، في بلاد متقدمة أخرى مثل كندا .

أما نشاط الشركات الكبرى في الدول المتقدمة في مجال اصطياد الأفراد العلميين فلقد سبق أن تعرضنا له في مستهل هذا الحديث حين جاء ذكر كبرى شركات اجتذاب العلماء إلى الولايات المتحدة ، ألا وهي شركة « الوظائف المتحدة » والتي أصبح رئيسها السيد د. أ. دوجلاس ، يعرف باسم « السيد استنزاف العقول » .

( ج ) حدة التنافس العالمي في ميادين العلم والتكنولوجيا وما يشهده من محاولات بعض الدول المتقدمة التي تعاني من استنزاف العقول تعويض ما تعانيه من نقص باجتذاب العلميين من الدول النامية أو حتى تنشيط حركة الهجرة في الاتجاه المضاد من الدول الأكثر تقدماً — أو الولايات المتحدة الأمريكية بالذات . ولقد نشطت هذه الحركة أخيراً في إنجلترا وألمانيا الغربية بشكل ملحوظ وأحرزت قدراً من النجاح في استعادة بعض علمائها من الولايات المتحدة الأمريكية الأمر الذي يستحق منا الدراسة والتحقيق .

٢ — أما الدوافع الشخصية فلقد كانت محل بحث مفصل في دراسة الجمهورية العربية المتحدة لمشكلة استنزاف العقول والتي مهدت لدراسة اليونسكو على الصعيد العالمي .

يذهب إليه ، وثانيهما النظر في أمر الفرد المهاجر نفسه وطريقة تديره لحياته . ولا يكاد أن يكون هناك سبب واحد يخطر على البال لم يرد ذكره في إحدى الدراسات لهذه المشكلة . ومن الضروري — إذا ما أردنا أن نكشف الأهمية النسبية للدوافع المختلفة إلى الهجرة — أن نهتم هنا بالذات بالموقف في الدول النامية وأن نبرز الأسباب الناجمة عن الأوضاع السائدة فيها وعن العلاقات بينها وبين الدول المتقدمة .

١ — ويورد تقرير هيئة اليونسكو — في هذا الصدد — ثلاثة أسباب اجتماعية للهجرة العلميين ، هي :

( أ ) الصعوبات الداخلية التي تواجه كل دولة نامية في تدعيم اقتصادها القومي . فبينما تقوم الدول النامية بمجهود محمود يكلفها الكثير من مواردها المحدودة لإعداد الأفراد العلميين والفنيين من أبناءها وتأهيلهم تأهيلاً عالياً ، إلا أن قدرتها على الاستفادة الكاملة منهم تكون عادة محدودة جداً — ولفترة غير قصيرة . ويرجع هذا إلى طبيعة الصعوبات التي تواجهها عملية التنمية مثل ضعف الاقتصاد القومي واستمرار اعتماده علمياً وتكنولوجياً على الدول الأجنبية المتقدمة وتخلخل البنى التحتية العلمى Infrastructure ونقص مراكز البحوث والمعدات وندرة القيادات العلمية الكفؤة ذات الخبرة الواسعة .

ويذهب البعض إلى القول بأن هذا يؤدي إلى نوع من « البطالة الذهنية » المقتنعة أو السافرة ويخلق ضغطاً داخلياً نحو الهجرة لكثرة عدد الأفراد المؤهلين تأهيلاً عالياً الذي ينتج عن ضعف التنسيق — أو انعدامه كلية — بين برامج إعداد الاختصاصيين وخطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية .

( ب ) عدم التوازن بين مستويات التقدم العلمى والتكنولوجيا في الدول المختلفة والذي يجعل من الدول المتقدمة مراكز لجذب وتجميع رؤوس الأموال الذهنية والتقنية في عدد قليل من التجمعات القوية ، ويساعد على هذه الحركة وجود الضغوط الداخلية والبطالة الذهنية في الدول النامية .



ويورد تقرير الجمهورية العربية المتحدة النسب المئوية الآتية للأسباب المختلفة لامتناع المبعوثين عن العودة إلى وطنهم :

٤٥ ٪ للالتحاق بعمل في الخارج

٢٣٫٧ ٪ للزواج من أجنبيات

٦٫٨ ٪ للقيام بتدريب عملي

٨٫١ ٪ للاستمرار في دراسة أعلى من المطلوب

٦٫٨ ٪ لتغيير مجال الدراسة المطلوبة

٩٫٦ ٪ للفشل في الدراسة

ويزيد التقرير على هذا قوله إن الزواج من أجنبية يزيد من فرص العمل في الخارج ويتيح الزوج فرصة الإقامة الدائمة في مقره الجديد . ويضيف أيضاً إلى ذلك قوله إن التدريب العمل خطوة نحو العمل بصفة دائمة في الخارج ، لأنه يتيح لصاحب العمل فرصة التعرف على إمكانيات الطالب ويشجعه على الاقدام على إلحاقه بعمل دائم إذا ما اطمأن لقدرته . ولعل هذا يبرر الجمع بين الفئات الثلاث الأولى في فئة واحدة ، تبلغ ٧٥٫٦ ٪ من الممتنعين ، يبقى أفرادها في الخارج لوجود فرص عمل أفضل لهم في الخارج .

ويقول التقرير إن الإغراء المادي يطفئ على إحساس عضو البعثة بالمسؤولية نحو وطنه . ويعتبر هذا الإغراء المادي

سبباً رئيسياً في امتناع المبعوثين عن العودة إلى وطنهم . وفي تقديرنا أن هذا التركيز على الجانب المادي يتجاهل عاملاً آخر له أهمية كبيرة في تشجيع الهجرة . ونعني به تمتع الفرد العلمي بفرص أفضل للعمل الجاد في فرع تخصصه والاعتراف المادي والأدبي بمكانته العلمية وانفتاح آفاق فسيحة أمامه لمواصلة تدعيم مكانته العلمية وتزويده بكل احتياجاته في مجال عمله بسخاء ودون عوائق . وتشير إحصائيات التقرير نفسه إلى أهمية هذا الاعتبار ، إذ أنها تورد التوزيع الموضح آنفاً للممتنعين عن العودة على مجالات العمل المختلفة في الوطن .

والأمر الملفت للنظر هنا هو نقص نسبة الممتنعين عن العودة عن نسبة المبعوثين من المؤسسات الزراعية والصناعية ، بينما تزيد نسبة الممتنعين عن نسبة المبعوثين من الجامعات ومراكز البحوث . فإذا ما سلمنا بأن فرض الإغراء المادي قائمة للتكنولوجيين في مجالات الزراعة والصناعة ، وإذا ما ذكرنا أن رجال الجامعات ومراكز البحوث في الجمهورية العربية المتحدة يتمتعون بكادر خاص في المعاملة المالية يميزهم عن كثيرين من العاملين في الدولة ، إذا ما فعلنا ذلك فإنه يبدو أن تطلع المشتغلين بالبحث من مبعوثي الجامعات

النسبة المئوية من إجمالي الممتنعين عن العودة	النسبة المئوية من إجمالي البعثات	مجال العمل
٧٠ ٪	٦٥٫٨ ٪	الجامعات ومراكز البحوث
١٨ ٪	١٤٫٦ ٪	مجال الخدمات
١٢ ٪	١٩٫٦ ٪	المؤسسات الزراعية والصناعية
١٠٠ ٪	١٠٠ ٪	إجمالي

ومراكز البحوث إلى آفاق علمية أكثر رحابة يلعب دوراً هاماً في تشجيع الهجرة . ومن الحكمة ألا تقال من شأن هذا الاعتبار حتى لا تجيء اقتراحاتنا لحل المشكلة قاصرة عن تحقيق الهدف الذي نبغيه .

وتؤيد مشاهداتنا الفردية بين شباب العلماء الذين يترك الوطن العربي إلى الخارج النتائج السابقة ، فجلهم يقرر صراحة أنه يتوق إلى حياة مادية أفضل وإلى فرص وأنواع من العمل لا وجود لها في بلادهم — في الوقت الحاضر على الأقل . ويجب أن نذكر أيضاً أن اعتناق مبادئ سياسية أو اتخاذ مواقف فكرية معينة لا تتفق والظروف القائمة في وطن المهاجر الأصلي قد يلعب دوراً حاسماً في بعض حالات هجرة العلماء ، خصوصاً إذا ما أحسوا بأن أسرهم قد أصابها الضرر بسبب بعض الإجراءات الاجتماعية التي تتخذ في وطنهم الأصلي .

#### ٤ - وسائل الاحتفاظ بالعلميين :

١ - نود — قبل الخوض في أمر وسائل الاحتفاظ بالعلميين العرب في أوطانهم — أن نؤكد مرة أخرى الأهمية الحاسمة لجمع بيانات دقيقة وواقية عن هجرتهم إلى الخارج . ونرى أن يتم هذا على مستويين ، بحيث تقوم هيئة حكومية مسئولة فيه على جمع هذه البيانات وتصنيفها ودراستها واستخلاص النتائج والمؤشرات منها . وثانياً على مستوى عربي — داخل إطار جامعة الدول العربية مثلاً — لتجميع البيانات على مستوى العالم العربي كله وتحليلها ومقارنتها . وسيكون لهذا الوجه الثاني أهميته الخاصة في تنسيق حركات العلماء داخل العالم العربي نفسه ، من قطر لآخر والتمهيد لتخطيطها تخطيطاً علمياً يضمن أفضل استغلال لما نملكه من ثروات ذهنية على نطاق عربي موحد . ولا شك أن هناك اليوم بوادر لحركات هجرة تتخذ بالفعل اتجاهات محدودة ومحسوسة بين بلاد الوطن العربي الكبير ولا شك أيضاً أنها تثير من وقت إلى آخر بعض الصعاب

والحساسيات التي لا داعي لها بالمرّة . وسيكون للجمع الرتيب المتواصل للبيانات عن حركة العلماء والتقنيين ، داخل الوطن العربي ولاحتياجات كل قطر فيه من التخصصات المختلفة ، فائدة ملموسة ومباشرة في إزالة هذه الصعاب وتوفير أكبر قدر من الاكتفاء الذاتي داخل العالم العربي . وسيساعد هذا بدوره في نهاية الأمر على التخفيف من حجم حركة استنزاف العقول إلى خارج العالم العربي .

فإذا ما انصرفنا بعد هذا إلى بحث وسائل الاحتفاظ بالعلميين فإننا نستطيع التمييز بين مستويات ثلاثة من مستويات العمل في هذا المجال — أولها المستوى الوطني وثانيها المستوى العربي الإقليمي وثالثها المستوى الدولي .

٢ - ولقد ترددت في السنين الأخيرة اقتراحات كثيرة حول ما يجب اتخاذه على المستوى الوطني للاحتفاظ بالعلماء في أوطانهم — خصوصاً في الدول النامية . بل إنه لا يكاد أن يكون هناك مؤتمر أو تجمع دولي عقد في السنين الأخيرة وتعرض الأمور التنموية وعلاقتها بالعلوم والتكنولوجيا أو للسياسات العلمية الوطنية ، إلا وقد تعرض بشكل أو بآخر لمشكلة استنزاف العقول واقترح لها عدداً من الحلول على هذا المستوى . وتنقسم اتجاهات هذه الاقتراحات إلى مجموعات ثلاثة من الخطط بعيدة المدى :

(أ) تنشيط العمل العلمي والتكنولوجي وتدعيم كيانه في الدولة .

(ب) إعداد سياسة علمية تلائم احتياجات الدولة الاقتصادية والاجتماعية والعمل على تنفيذها .

(ج) خلق الجو العلمي الذي يحتاج إليه كل عالم والذي يستمد منه العون والحافز على مواصلة التقدم .

إلا أننا إذا ما انتقلنا من هذه الاتجاهات العامة إلى مستوى الخطط التنفيذية على المدى القريب فلا بد أن ندرك بوضوح أن مثل هذه الخطط سيتفاوتت تفاوتاً كبيراً من بلد إلى آخر كما ستختلف أولوياته أيضاً ، طبقاً



لإمكانيات كل بلد وظروفه الخاصة وحجم المشكلة فيه . ونورد هنا أهم الاتجاهات التي يمكن أن تسير فيها هذه الخطط بصورة عامة :

( أ ) تحسين الأحوال المادية والمعيشية للعلميين ودعم مكانتهم الاجتماعية واشراكهم على أوسع نطاق في تحمل مسؤوليات أكبر في تخطيط مجتمعاتهم وإدارته واتخاذ القرارات الحاسمة في هذا الشأن على كل مستويات المسؤولية .

( ب ) توطيد الصلة بالعلميين المهاجرين ومداومة الاتصال بهم والاستعانة بهم — ولو لفترات قصيرة ومقطعة — في نشاط وطنهم الأصلي في مجال تخصصهم (١) . ولقد نجحت حكومة كينيا عن طريق هذه الوسائل في استرداد حوالي نصف العلميين الذين فقدتهم إلى الولايات المتحدة الأمريكية .

( ج ) تدعيم إمكانيات معاهد التعليم العالي ومراكز البحث العلمي التي يتجمع فيها عادة العلماء في أى بلد والاهتمام بتزويدها بالمراجع العلمية والمعدات وإعطاء هذا الأمر أولوية متقدمة في خطط الإنفاق القومى مهما كانت الظروف والصعاب . فمثل هذا الإنفاق لا يصل في النهاية إلى نسبة كبيرة من مجمل الدخل القومى وهو استثمار بعيد المدى وعائد ضخيم لا يجب أن ننساه في غمرة مشا كل الساعة وعدم وثوق الصلة في المراحل الأولى من عملية التنمية الاقتصادية بين هذه المراكز ومراكز الإنتاج في المجتمع .

( د ) إعادة النظر بصورة شاملة في السياسة التي درجت عليها الدول العربية في إيفاد مبعوثيها للدراسة في الخارج والاتجاه نحو تأهيلهم إلى أعلى مستوى علمى وتكنولوجى

يمكن داخل العالم العربى نفسه، قبل إيفادهم لمزيد من الدراسة في الدول المتقدمة . ونستطيع أن نقرر دون ما مبالغة أن العالم العربى قادر تماماً على تزويد كل أبنائه بفرص الدراسة للدرجة الجامعية الأولى في كل فروع التخصص العلمى والتكنولوجى وأنه من الخير لنا كل الخير أن نتواصى بالكف عن إيفاد أبنائنا وبناتنا في سن الشباب المبكر الغضة إلى خارج الوطن العربى وأن نقيم بهذا شر التعرض لكل أنواع التأثيرات الفكرية والأخلاقية في المرحلة التى لا تكون شخصياتهم قد اكتمل نضجها بعد ولا يكونون قد تحملوا حداً أدنى من المسؤولية الاجتماعية التى تهيب لهم فرص الارتباط الوثيق بمجتمعهم وتمثل قيمه الخاصة والإيمان بها .

ولقد حان الوقت أيضاً لكي ننظر في أمر إيفاد مبعوثين للدراسة العليا في عدد لا بأس به من التخصصات . والأحرى ننا أن نوفد جيل الشباب من علماء المستقبل وقد اكتمل تأهيلهم ليختلطوا بزملائهم في الخارج اختلاط الأنداد بعد اكتمال شخصياتهم العلمية وازدياد قدرتهم على الاستفادة من فرص الاتصال بالأوساط العلمية في الخارج ، وعلينا أن نفكر تفكيراً جدياً الآن في خلق عدد من مراكز الدراسة الأكاديمية العليا واستقدام العلماء الأجانب للعمل فيها لفترات مناسبة يشرفون خلالها على ما يقوم به أبنائنا من بحوث في بيئتهم الأصلية ، كما سنفصل في الفقرة التالية . ويرتبط بهذا أيضاً أمر تدعيم الروابط بأبنائنا الدارسين بالخارج خلال فترة تدريبهم وإعلامهم بصورة مستمرة بما يجرى في وطنهم واتصال المسؤولين الذين يسافرون إلى الخارج بهم والتعرف على وجهات نظرهم والمشاكل التى تعترضهم ، والخاوف التى تساورهم في شأن ظروف عملهم ومستقبلهم عندما يعودون إلى وطنهم .

( هـ ) إنشاء عدد محدود من مراكز العلم والتكنولوجيا المتقدمة في البلاد تستقطب نخبة العلميين فيها وتزودهم بما يحتاجونه من الإمكانيات باقل تكلفة ممكنة لوطنهم ودون

(١) قرر المؤتمر العام الخامس عشر لليونسكو المنعقد في نوفمبر عام ١٩٦٨ اقيام بتجربة رائدة لتمكين العلميين من مواطنى الدولة النامية الذين يتبنون مراكز مرموقة في الدولة المتقدمة من قضاء فترات من الزمن تتراوح بين الشهر والثلاثة أشهر كل عام في أحد المعاهد العلمية بوطنهم الأصلي ( القرار ١٢٢ - ٢ ) .



تبرز السكيان العربى فى مجال البحوث التقنية وأعمال التطوير عن طريق التعاون بين المؤسسات التعليمية فى العالم العربى كله وحشد جهود الأفذاذ من رجالها فى إطار موحد فعال . ويقترح هذا المشروع الاقتراحات التالية كخطوط عريضة لتحقيق هذا الهدف :

١ — إنشاء مؤسسة تخص العالم العربى بأسره .  
٢ — افتتاح صندوق مالى عربى لتمويل أوجه نشاط تلك المؤسسة .

٣ — إنشاء مختبرات للعروبة شاملة للقيام بالبحوث والتطورات فى مجال الأسلحة بحيث تمول الدول العربية هذه المختبرات .

ويشير المشروع إلى أن هذه المؤسسة التى تخص العالم العربى ينبثق منها جملة مراكز للبحوث النوعية المتخصصة وتقع مسئولية البدء فى البحوث وتوجيهها على عاتق الباحثين العرب الذين ينبغى العمل على جذبهم من الخارج للعمل فى هذه المراكز وذلك بتشجيعهم ومنحهم الرواتب الجزية . وتغدو مسئولية هؤلاء العلماء العرب العمل بجد ونشاط بحيث تثمر جهودهم لتوقظ الجماهير العربية الى فوائد التعليم الجيد والأبحاث العلمية .

ويشير المشروع إلى أن هناك جملة فوائد أخرى يمكن تحقيقها من خلال هذا المشروع ، منها :

١ — أن هذه المراكز البحثية سوف تسهم فى تخريج علماء عرب أكفاء يستطيعون القيام بالتعليم فى الجامعات العربية .

٢ — أن الاكتشافات العربية سوف يستفاد منها لتحسين إمكانيات العرب الصناعية وإنتاج أسلحة حديثة للدفاع .

٣ — أن الاكتشافات العربية وابداع العرب فى المجال العلمى سيحمل العالم بأسره على احترامهم .

٤ — أن هذه المراكز ستخلق وظائف لعدد كبير من

أن تبعثر الموارد المخصصة لهذا الغرض على أعمال أخرى كما يحدث عادة فى الجامعات ومراكز البحوث التطبيقية وفى الأغراض المتنوعة . . . وستكون هذه المراكز خير مكان تتجمع فيه المساعدات الخارجية التى يمكن الحصول عليها لدعم النشاط العلمى والتكنولوجى المتطور وستضمن للبلاد أفضل استفادة منها . وسيكون التنافس على الالتحاق بهذه المراكز ذات المكانة المتميزة فى الإمكانيات والأداء حافزاً طيباً للعلماء الوطنيين إلى مزيد من العمل الجاد المثمر .

٣ — وما من شك فى أن قدرة أى قطر عربى على اتخاذ كل أو بعض هذه الإجراءات تتوقف إلى حد بعيد على حجم النشاط الاقتصادى فيه ومرحلة التنمية التى يمر بها والأحوال الاجتماعية والسياسية السائدة فيه . وقد لا تكون متاحة بالمرّة فى بعض الحالات . وهنا يلعب التخطيط الإقليمى على مستوى العالم العربى دوره الحاسم فى التنسيق بين إمكانيات الدول العربية المختلفة ، بل وربما تكاملها على المدى البعيد .

بل إنه يتعذر إنشاء مراكز العلوم والتكنولوجيا المتقدمة التى ينفرد بها أى بلد عربى فى بعض الفروع بل وربما يكون أيضاً أمراً ليس له ما يبرره . . . لكنه يصبح أمراً مشروعاً ممكناً إذا ما أنشأنا هذه المراكز على المستوى العربى . ولعل مجالات الطاقة النووية ومجموعة الالكترونيات والحاسبات المتقدمة وتطبيقاتها وهندسة الطيران والنفضاء من أوضح المجالات التى تحتم أن يتم النشاط العلمى فيها على صعيد عربى موحد يزودها بدعامة راسخة وبالحد الأدنى من الإمكانيات المادية والبشرية . ولنا فى تعاون دول غرب أوروبا وشرقها أسوة حسنة فى هذا الصدد .

ولقد ورد للأمانة العامة لجامعة الدول العربية من رابطة العلماء فى شيكاغو مشروع « لتنمية واستثمار الأدمغة العربية » يهدف إلى قيام ثورة علمية حديثة قائمة على البحث العلمى ،

قوانين الهجرة التي تسنها كل دولة على حدة ، سواء منها الدول التي تشكو من استنزاف العقول أو الدول المستفيدة منها

( ج ) الدعوة إلى تعويض الدول التي تعاني من ندرة العلميين تعويضاً مناسباً . ولقد قدر صافي الكسب الذي حققته الولايات المتحدة من هجرة العلميين إليها منذ نهاية الحرب العالمية الثانية حتى الآن بما لا يقل عن أربعة آلاف مليون دولار من رأس المال المستورد . ويوازي هذا بالضبط ما خسرت دول أخرى من رأس المال المصدر إلى الولايات المتحدة بلا عائد من أي نوع . ولقد قدرت دراسة كندية ما حققته كندا خلال عام واحد من فوائد بسبب هجرة العلميين إليها بمبلغ ٢٤,٤ مليون دولار ، هي قيمة دراستهم الجامعية فقط ودون أن تأخذ في الاعتبار ما يتحمله المجتمع في إعداد كل منهم بالإضافة إلى مصاريف دراستهم الجامعية .

( د ) إثارة قضية تدريب العلميين من أبناء الدول النامية واستكمال دراستهم في الدول المتقدمة لضمان تزويدهم بدراسات تناسب ظروف البلاد التي يأتون منها ، لا خدمة اقتصاد البلاد التي يدرسون فيها .

وعلياً أن نؤيد هنا الاتجاهات الراغبة في إنشاء مراكز دولية للتدريب والدراسات العليا تستهدف تزويد الدارسين من كل بلد بالدراسات الملائمة لظروف بلادهم بعيداً عن تأثيرات الخطط العلمية القومية لبلد بالذات ، وإلى عقد اتفاقيات التعاون العلمي بين الجامعات ومعاهد البحوث في البلاد العربية ونظيراتها في الخارج ، تضمن إشرافاً دقيقاً للجامعات ومراكز البحوث العربية على تدريب أبنائها في الخارج .

( هـ ) إتاحة الفرصة للمبرزين من العلميين العرب لتمضية فترة تتراوح بين الشهر والثلاثة أشهر في أحد مراكز البحوث النشطة في فرع تخصصهم في إحدى الدول المتقدمة . وسيتيح

خريجي الجامعات العربية كما تساعد على وقف اضمحلال قوة الدفاع العربي بهجرة أصحابها إلى الخارج .

٥ — أن هذه المراكز سوف تغري عرباً راسخين في العلم بالعودة إلى أوطانهم من الولايات المتحدة وكندا وغرب أوروبا .

٦ — أن المهاجرين العرب الماهرين يحلون محل الأجانب المستخدمين في مختلف البلاد العربية ويتقاضون لذلك رواتب عالية .

٧ — أن هذه المراكز سوف تثير لدى الشعوب العربية الحماس لتقبل الآلات والمعدات كجزء لا يتجزأ من حياتهم اليومية والاهتمام بالتعرف على إدارتها وصيانتها

٨ — أن اعتماد العرب على غيرهم من الأمم سوف يقل عما هو عليه في الوقت الحاضر .

٤ — أما على المستوى الدولي فنقترح أن تنسق الأمة العربية جهودها لتحقيق عدد من الأهداف المحددة عن طريق المحافل والهيئات الدولية التي تشترك فيها . ونقترح في هذا الصدد الاهتمام بإثارة الموضوعات الآتية في المنظمات الدولية والسعي لاتخاذ قرارات وإجراءات مناسبة فيها نظراً لأننا نعاني من مشكلة عالمية :

( أ ) إبراز الدور التخريبي الذي تلعبه عملية استنزاف العقول في الدول النامية ومحاربة اتجاهات بعض الدول المتقدمة للتهوين من شأن هذه المشكلة والتماس الأعذار لها تحت ستار شعارات حرية الفرد وإعلان حقوق الإنسان . ومن حسن الحظ أن الرأي العام العالمي بما في ذلك كثير من الدول المتقدمة يدرك الآن خطورة هذه المشكلة على حرية حركة العلميين ذاتها وعليها أن تعمل دائماً على التمييز بين التبادل المثمر للزيارات العلمية وبين حركة الأفراد العلميين إلى خارج بلادهم في اتجاه واحد لا عودة فيه .

( ب ) العمل على تنظيم حركة هجرة العلميين على نطاق دولي طبقاً لاتفاقيات دولية ( أو ثنائية ) تحل بالتدريج محل

لهم العمل هناك فرصة حفز عقولهم إلى مزيد من الأفكار الجديدة والابتكارات ، يعودون بعدها للعمل في بلادهم بقية العام .

ولقد تقدم الدكتور عبد السلام مدير المركز الدولي للطبيعيات النظرية في ترستا وهو المعهد التابع للوكالة الدولية للطاقة الذرية في فيينا ، بالاقترح التالى :

تخصص جامعة الدول العربية مبالغاً يتراوح بين الثلاثة والأربعة ملايين دولار كل عام للغرض السابق بيانه ويجرى توزيعها على التخصصات المختلفة ( الرياضيات ، الطبيعىات التجريبية والنظرية ، الكيمياء ، علوم الأحياء ، الطب ، الهندسة ) . ويتولى ترشيح العلماء للاستفادة من هذه الفرص للعمل في المعاهد المرموقة بالدول المتقدمة جمع من العلماء العرب البارزى النشاط فى هذه الفروع ، يستهدفون على المدى البعيد خلق ارتباط وثيق بين العلماء العرب والمعاهد التى يختارونها فى الدول المتقدمة يدوم لبضعة أعوام لا تقل عن ثلاثة إلى خمسة ، فى كل حالة .

ويشير اقتراحه إلى بعض الأساليب التى استحدثها المركز الدولى للطبيعىات النظرية لتحقيق التعاون الدولى بين الأفراد العلميين والمعاهد ، وهى :

١ — التعيينات المزدوجة ( الزمالة ) للأفراد العلميين المبرزين فى الدول النامية والتى يرتبطون بموجبها بمعاهد يختارونها فى الدول المتقدمة .

٢ — الارتباط بين المعاهد العلمية المتناظرة فى الدول النامية والمتقدمة . ويقدم فيها معهد فى دولة متقدمة ، بموجب هذه الارتباطات ، معونات مالية يستخدمها المعهد المناظر فى دولة نامية فى إيقاد الباحثين فيه إلى الدولة المتقدمة أو إتاحة الفرصة لكبار العلماء فيه للقيام بزيارات علمية قصيرة للبلاد المتقدمة .

٣ — دعوة العلماء الزائرين لقضاء فترات طويلة فى معاهد الدول المتقدمة وإعطاء المنح لطلبة الأبحاث للدراسة فى هذه المعاهد .

٤ — عقد حلقات دراسية سنوية طويلة ( ثلاثة أشهر ) لإعداد البحوث فى الموضوعات المختلفة عن طريق الارتقاء بالأفراد العلميين حديثى التخرج إلى مستوى البحوث الكفاء فى دراسات عليا مركزية يجلس فيها شباب العلميين من الدول النامية جنباً إلى جنب مع أقرانهم من الدول المتقدمة .



# حول تنظيم البحث العلمي على مستوى الوطن العربي

للككتور المهندس / ابراهيم نحال

كلية الزراعة - جامعة حلب سوريا

## ١ - ضرورة تنظيم البحث العلمي على مستوى الوطن العربي :

إنه لمن الثابت الآن أن البحث العلمي هو المحرك الأساسي لتطور المجتمعات البشرية في عصرنا الحاضر وستزداد أهمية هذا المحرك باضطراد مستمر في المستقبل . وقد ظهرت هذه الحقيقة بصورة جلية في البلاد المتقدمة حيث قدم البحث العلمي المنظم فوائد عديدة شملت معظم مرافق الحياة . فقد ساعد على اكتشاف الثروات الطبيعية وتنظيم استثمارها واكتشاف الطرق التي تمكنهم قوانين الطبيعة بغية الاستفادة منها في حياة البشر كما ساهم البحث العلمي في دراسة الإنسان من وجوه متعددة حيث قدمت العلوم البيولوجية والطبية والاجتماعية فوائد جمة للإنسان المعاصر .

لقد ازدهر البحث العلمي بصورة خاصة في الدول الكبرى حيث أخذت هذه الدول تخصص له ميزانية ضخمة لخدمة الصناعة والزراعة والصحة العامة والدفاع الوطني بالإضافة لإشباع تعطش الإنسان لاكتشاف قوانين الكون والاطلاع على أسرارها .

وهكذا ولدت في بداية القرن العشرين في تلك البلاد حضارة تعتمد في إبراز شخصيتها على مؤسسات علمية للبحوث وقد ظهرت بوادر هذه المؤسسات في البلاد الغربية .

وبذلك أنشئت في كل دولة مراكز وطنية للبحوث العلمية أخذت على عاتقها القيام بالبحوث المتعلقة بخطة التنمية في الدولة ، إلا أن التطور السريع للبحث العلمي في السنوات الأخيرة واتساعه الشديد حيث شمل العالم اللامتناهي في الصغر والعالم اللامتناهي في الكبر قد أحت الباحثين الوطنيين على التعاون فيما بينهم في بعض مجالات البحث العلمي . وهكذا ولدت في هذه الدول مؤسسات وهيئات مشتركة للبحث العلمي تضم باحثين من الدول المشتركة وذلك بغية التخفيف من كثرة التكاليف التي تتطلبها بعض البحوث والاستفادة من ندرة الاختصاصيين في بعض المجالات العلمية بحيث يجري توحيد جهودهم وتوجيهها في أبحاث متفق عليها من قبل جميع الدول . وقد ظهرت هذه البادرة بوضوح في البلاد الغربية .

وقد اتبعت المنظمات الدولية هذه الخطة أيضاً وقامت بإنشاء بعض المراكز الإقليمية

لقد أثبتت تجارب العشرين سنة الماضية أن اعتماد الدول العربية في نهضتها على الخبراء الأجانب لا يمكن أن يكون إلا حلاً مؤقتاً ولفترة قصيرة جداً من الزمن كما أن الاعتماد على الخبراء قد أثبت في بعض الدول العربية فشله التام في تحقيق تقدم ملحوظ حتى في أبسط مرافق الحياة .

ولذلك فإن البحث العلمى لم يقدم للمجتمعات العربية الفوائد التي جنتها منه الدول الأخرى والتي تجنيها منه باستمرار . وإنه يظهر بجلاء تام أن الفرق بين المجتمعات العربية والمجتمعات الدولية المتطورة سيزداد باضطراب مستمر مع مرور الزمن إن لم تبادر المجتمعات العربية بوضع كل ما بوسعها لتفجير وتنظيم طاقاتها الفكرية بأسلوب علمى حديث بغية إيجاد أسس سليمة لكافة المشاكل الفكرية والاقتصادية والاجتماعية والدفاعية التي تعانيها هذه المجتمعات .

لقد أثبتت تجارب عدد كبير من الدول العربية وغير العربية إن الدول الصغرى تعجز منفردة أن تجد الحلول العلمية لمشاكلها المتنوعة والأمر يظهر بوضوح تام في الدول العربية التي تعتبر من البلاد النامية التي لا تتوفر عند كل منها على حدة في غالب الأحيان الإمكانيات البشرية والمادية التي يتطلبها البحث العلمى المتكامل في كافة فروع ونشاطاته .

إن الوطن العربى بمناخه الفكرية وثرواته الطبيعية يملك دون أدنى شك المؤهلات الأساسية لتطوير شعبه ورفعته إلى مستوى الأمم المتقدمة ولجعله يساهم من جديد في تطوير الإنسانية جمعاء ، إلا أن الإمكانيات الفكرية مبعثرة وغير منظمة وغير مستغلة لدرجة أن الوطن العربى يعانى بشدة من هجرة الأدمغة إلى البلاد المتطورة .

ولعل من المسلم به في هذا العصر أن القوة الحقيقية للبلاد العربية هي القوة الناتجة عن القدرة على الاكتشاف والإختراع والإبداع وعلى تحويل ذلك إلى منتجات متنوعة

للأبحاث العلمية المتخصصة لخدمة مناطق متشابهة مثل مركز الأبحاث الجراحية للشرق الأوسط الذى أنشئ من قبل منظمة التغذية والزراعة العالمية ومراكز مشابهة في أمريكا الجنوبية .

وقد اتبعت المنظمات الدولية هذه الخطة أيضاً وقامت بإنشاء بعض المراكز الإقليمية للأبحاث العلمية المتخصصة .

شعرت بعض الدول العربية بعد استيقاظها بأهمية البحث العلمى في تطورها الاجتماعى والاقتصادى والفكرى وفي الدفاع عن كياناتها واستقلالها فأخذت كل دولة عربية تخطو في هذا المجال طريقاً تراه مناسباً . إلا أنه ، نظراً لقلة الخبرات العلمية القومية المتوفرة في هذه الدول واضطرابها للاعتماد على الخبراء الأجانب وكذلك نظراً لضعف الإمكانيات المادية التي يمكن أن تخصص للبحث العلمى عند بعضها فقد نشأ البحث العلمى في كثير من هذه الدول على أسس ضعيفة بحيث لم يستطع أن يؤدي الخدمة المرجوة منه ، كما أن استقلال كل دولة عربية في أبحاثها العلمية قد جعل معظمها يحصر اهتمامه بإيجاد الحلول السريعة لبعض المشكلات الزراعية أو الصناعية أو الاجتماعية الملحة كما جعل الدول العربية عاجزة عن وضع خطة كاملة للبحث العلمى تخدم كافة النشاطات . وهكذا أهملت في هذه الدول البحوث الطبية والبيترولية والفلكية والجيولوجية والهيدرولوجية ووجوه مختلفة من البحوث الزراعية كدراسة المناطق الجافة وطرق إحيائها وبعض البحوث الجراحية كدراسة الأخشاب المحلية وطرق تصنيعها بالرغم من أن هذه البحوث المهمة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بتطور هذه البلاد .

وقد أهملت هذه البحوث بالرغم من أهميتها لسببين رئيسيين هما : ( ١ ) عدم توفر الإمكانيات المادية لكل هذه البحوث ، ( ٢ ) عدم إمكانية توفير الجهاز العلمى الوطنى اللازم لتخطيط وقيادة هذه الأبحاث والاستفادة منها في الحياة العملية .

## ١ - أسس تنظيم البحث العلمي على مستوى الوطن العربي :

لبوغ الأهداف التي حددناها في الفقرة السابقة إننا نقترح إنشاء مؤسسات الأبحاث التالية :

- منظمة عربية عليا للأبحاث العلمية .
  - مراكز أبحاث عربية متخصصة .
  - مراكز وطنية (إقليمية) للأبحاث .
- وسنهتم في هذه المذكرة بصورة خاصة بالمنظمة العربية العليا للأبحاث العلمية وبالمراكز العربية المتخصصة إذ أن المراكز الوطنية للأبحاث هي من اختصاصات كل دولة على حدة .

## ٢ - ١ - المنظمة العربية العليا للأبحاث العلمية :

تنشأ هذه المنظمة على مستوى الوطن العربي وهي تعتبر البيئة البحثية العليا في الوطن العربي وتلحق بجامعة الدول العربية .

### (١) أهداف المنظمة:

- إعداد خطة الأبحاث العلمية وإعداد الباحثين على مستوى الوطن العربي .
- إبداء المشورة في مساعدة الدول العربية الأعضاء في جامعة الدول العربية على تخطيط سياستها الزراعية والصناعية والتعليمية بحيث تنسجم مع الأبحاث العلمية الجارية في كل بلد عربي من جهة وعلى مستوى الوطن العربي من جهة أخرى .

— إنشاء مراكز أبحاث عربية متخصصة في البلاد العربية .

- تدعيم الصلات بين مراكز الأبحاث الوطنية في كل دولة عربية والمراكز العربية المتخصصة والهيئات والمؤسسات البحثية الأخرى في الوطن العربي لتنسيق نشاطاتها وتبادل الخبرات فيما بينها .

يمكن أن تستفيد منها المجتمعات العربية . إن بلوغ هذه القوة يتطلب في الدرجة الأولى تنظيم البحث العلمي بشكل يهيئ بيئة ملائمة للاكتشاف والإختراع والإبداع على مستوى الوطن العربي .

إننا نؤمن أن هذا هو السبيل الوحيد للارتقاء بالعرب إلى مصاف الأمم الحديثة . والحقيقة أن تنظيم البحث العلمي على مستوى الوطن العربي سيؤدي حتماً إلى الاستفادة بشكل فعال من الطاقات الفكرية المبعثرة في هذا الوطن والتي يهاجر قسم كبير منها وذلك عن طريق جمعها في مؤسسات مشتركة كما أنه سيساعد على تكوين نواة من الباحثين والعلماء العرب المتخصصين في مجالات ضيقة من مجالات ضيقة من العلوم تؤهل الأمة العربية للانفتاح على العالم الحديث بنوافذ عريضة .

إن تنظيم البحث العلمي على مستوى الوطن العربي سيسمح بتوفير الإمكانيات المادية اللازمة لبعض أنواع البحوث التي كان من المتعذر أن تقوم بها كل دولة عربية على حدة والتي عجزت الدول العربية عن القيام بها حتى الآن مما جعلها من الدول المتأخرة جداً في مضمار بعض العلوم مثل الأبحاث الذرية والفلكية والطبية والعسكرية هذا فضلاً عن الروابط المتينة التي سننشأ نتيجة هذا الاحتكاك العلمي بين النخبة المفكرة في البلاد العربية والتي ستكون بمثابة الركيزة المتينة لاتحاد الدول العربية ولتكوين دولة عربية عصرية تملك كل وسائل النمو والتطور الذاتي وتقيس الإنسانية بقدر ما تستفيد منها .

هذا ومن الجدير ذكره أن تنظيم البحث العلمي على مستوى الوطن العربي بخلفه مؤسسات علمية رفيعة سيكون من العوامل الهامة للاحتفاظ بالعلميين العرب في الوطن العربي وحث الآخرين الموجودين في الخارج للعودة إلى الوطن الأم للمساهمة في نموه بعد أن توفرت لهم البيئة العلمية الملائمة لأبحاثهم والإمكانيات المادية لحياتهم .



— الإشراف على تعريب المصطلحات العلمية وتوحيدها بين البلاد العربية وتأليف معجم عصرى للمصطلحات العلمية باللغات العربية والإنكليزية والفرنسية .

— تنسيق التعاون العلمى والتكنولوجى بين الوطن العربى والهيئات الدولية والبلاد الأجنبية .

— الإشراف على تأليف الكتب العلمية القيمة من قبل الباحثين والعلميين العرب باللغة العربية أو باللغات الأجنبية وعلى ترجمة الكتب العلمية العالمية إلى اللغة العربية .

— الإشراف على إقامة دورات تدريبية فى حقول متخصصة من العلوم للعاملين ولذين يهيأون للعمل فى البحوث العلمية فى الوطن العربى .

— نشر ماخصات دورية عن الأبحاث المنشورة فى البلاد العربية وفى العالم على أن تكون هذه المخصصات مكتوبة باللغة العربية ويأخذى اللغات الأجنبية .

#### (ب) صندوق المنظمة :

للمنظمة صندوق خاص يمول بمساهمة الدول العربية الأعضاء بالجامعة العربية بنسبة الدخل القومى لكل منها .

#### (ج) بنية المنظمة :

تتكون المنظمة من المجالس واللجان التالية :

— مجلس الوزراء .

— المجلس العلمى للمنظمة .

— اللجان المتخصصة .

#### (ج ١) مجلس الوزراء :

يتألف مجلس الوزراء من ممثلين للدول الأعضاء فى الجامعة العربية على مستوى الوزراء المختصين ( وزراء البحث العلمى ) ويشغل رئاسة المجلس ممثلو الدول فيه بشكل دورى .

— يختص المجلس بما يلى :

— تنسيق العمل بين الحكومات التى يمثلها وبين

المنظمة العربية العليا للأبحاث بغية تنفيذ القرارات المتخذة .

— الموافقة على خطة الأبحاث الموضوعة من قبل المجلس

العلمى للمنظمة والمقترحة من قبل اللجان المتخصصة .

— الموافقة على الميزانية المقترحة من قبل المجلس العلمى

للمنظمة وإقرارها .

يجتمع المجلس فى دورة عادية فى شهر تشرين أول ( أكتوبر ) من كل عام كما يجتمع أيضاً بناء على طلب المجلس العلمى للمنظمة أو بناء على طلب أحد أعضائه .

يتخذ المجلس قراراته بأكثرية عشرة أصوات من أصل أربعة عشر صوتاً وتعتبر القرارات نافذة وملزمة بالغاىة والوسيلة .

#### (ج ٢) المجلس العلمى للمنظمة :

وهو يتألف من أحد عشر عضواً يعينهم مجلس الوزراء أى أن تعيين الأعضاء يكون جماعياً وينظر فيه إلى اختصاص المرشح للعضوية وكفاءته العلمية ونزاهته دون النظر إلى اعتبار آخر .

إن مدة العضوية هى أربع سنوات يكون العضو فيها بعيداً عن كل تدخل حكومى وكل مساس بحريته ويعاد انتخاب خمسة من أعضاء المجلس كل أربع سنوات .

للمجلس العلمى رئيس ونائب للرئيس ويجرى انتخابهما من قبل المجلس العلمى بالأكثرية العادية لمدة أربع سنوات . تلخص اختصاصات المجلس العلمى فيما يلى :

— مناقشة خطة الأبحاث المقترحة من قبل اللجان المتخصصة وينسقها ويقوم باقرار خطة الأبحاث العامة طويلة الأمد والبرنامج السنوى للأبحاث فى مراكز الأبحاث العربية المتخصصة .

— مناقشة ميزانية الأبحاث المقترحة من قبل اللجان المتخصصة ووضع الميزانية السنوية للأبحاث .

— تقديم مشاريع اللوائح التنظيمية التى يراها ضرورية لتحقيق أهداف المنظمة إلى المجلس الوزراء لإقرارها .

صادر عن المنظمة العربية العليا للأبحاث العلمية للاهتمام ببحوث متخصصة تهتم الوطن العربي أو قسما منه وذلك للتخفيف من كثرة التكاليف ولندرة الاختصاصيين بحيث يتطلب الأمر تجميعهم في مؤسسة واحدة تخدم مطالب أكثر من بلد ، وتكون هذه المراكز تحت الإشراف المباشرة للمنظمة العربية العليا للأبحاث العلمية .

ومن أمثلة هذه المراكز التي يمكن إنشاؤها في الوطن العربي :

مركز الأبحاث البترولية ويمكن إنشاؤه في الكويت -  
مركز الأبحاث الذرية في الجمهورية العربية المتحدة - مركز  
أبحاث المناطق الجافة في الجمهورية العربية السورية .

ونعطي فيما يلي على سبيل المثال توزيع الأبحاث التي لها علاقة بالإنتاج الزراعي وبالحراج على الوطن العربي آخذين بعين الاعتبار شدة اتساع الوطن العربي وعدم كفاية مركز واحد في مجال معين من الأبحاث الزراعية والحرجية .

وهي لجان مؤلفة من أعضاء متخصصين في فروع العلوم التي يراد الاهتمام بالتوسع بدراستها . وتتألف كل لجنة متخصصة من عشرة أعضاء يتم تعيينهم على غرار أعضاء المجلس العلمي للمنظمة .

تقترح كل لجنة خطة الأبحاث الطويلة الأمد الخاصة بها  
على مستوى الوطن العربي والبرامج السنوية للأبحاث  
وتعرضها للجلسة العلمية لإقرارها .

ويمكن إنشاء الاجاز المتخصصة التالية :

لجنة الأبحاث الطبية . لجنة الأبحاث الذرية . لجنة  
الأبحاث الفضائية . لجنة الأبحاث الزراعية . لجنة الأبحاث  
الجيولوجية . لجنة الأبحاث السكيميائية . لجنة الأبحاث الجراحية  
لجنة الأبحاث الفيزيائية . لجنة الأبحاث العسكرية .

٢ - ( ٢ ) مراكز الأبحاث العربية المتخصصة :

وہی مراکز تنشاً فی بلد عربی معین بناء علی قرار

المراكز المتخصصة	البلد
— مركز لأبحاث المناطق الجافة	الجمهورية العربية السورية - تونس
-- » لحماية وتحسين المناطق الجبلية	لبنان - الجزائر - السودان
— » للأقمار الميثرولوجية للتنبؤ عن الطقس	الجمهورية العربية المتحدة
— » أبحاث الأراضي المالحة	العراق - المغرب
-- » لمكافحة الحيويرة	الأردن
— » لتحسين الغابات الطبيعية	السودان - الجمهورية العربية السورية - المملكة المغربية
-- » لدراسة الأخشاب وتصنيعها	السودان - الجمهورية العربية المتحدة - الجزائر
— » لتجارب الأوكالبتوس	الجمهورية العربية السورية - المملكة المغربية
--- » لتحسين أشجار الخور	المملكة الليبية - المملكة العربية السعودية
— » للميكنة الزراعية	الجمهورية العربية السورية - الجزائر
« « « —» » لأبحاث الزيتون	تونس
— » لأبحاث الحمضيات	لبنان
— » لتنشيط الكشبان الرملية المتنقلة	ليبيا

وجدولا بالرواتب والتعويضات الخاصة بالباحثين والموظفين والعاملين في هذه المراكز .

#### ٣ - (٣) المراكز الوطنية ( أو الإقليمية ) للأبحاث :

وهي مؤسسات للأبحاث العلمية تنشأ في كل بلد عربي تكون مسئولة عن إجراء الأبحاث العلمية المتنوعة التي تخدم خطة التنمية في الدولة . وتحتوى هذه المراكز على أقسام الفروع العلوم المتنوعة : قسم للأبحاث الزراعية وقسم للأبحاث الجراحية وقسم للأبحاث الجيولوجية وقسم للأبحاث الطبية وقسم للأبحاث الكيميائية الخ ...

إن كل دولة حسب إمكانياتها المادية والبشرية وحسب حاجتها يمكنها أن تركز اهتمامها على قسم معين من الأبحاث أكثر من غيره إلا أنها تستطيع أن تستفيد من المراكز العربية المتخصصة للأبحاث لإيجاد الحلول لمشاكلها التي لا تستطيع أن تجد لها حلاً بنفسها إما لأسباب مادية أو لقدره الاختصاصيين أو غير ذلك ، ومن هنا تبرز أهمية المراكز العربية المتخصصة للأبحاث في دعم المراكز الوطنية للأبحاث وفي دعم خطط التنمية عند حكومات الدول العربية .

ومن الجدير ذكره بأن هذه المراكز الوطنية للأبحاث العلمية يجب أن تعمل بانسجام تام مع الأبحاث العلمية التي تجرى في الجامعات ولذلك فإننا نقترح أن يوجد ممثلون عن الجامعات في مجالس إدارة هذه المراكز وفي اللجان المتخصصة المتفرعة عنها .

#### إدارة المركز العربي المتخصص :

يدير المركز العربي المتخصص مجلس إدارة يتألف

من :

- رئيس المركز وهو رئيس المجلس .
- ممثل عن اللجنة الزراعية في المنظمة العربية العليا للأبحاث العلمية .
- ممثل عن المركز الوطني للأبحاث في البلد الذي يوجد فيه المركز ( أو ممثل عن الهيئات البحثية المعادلة له ) .
- ممثل عن الجامعة ( القسم المتخصص ) .
- رؤساء الأقسام في المركز نفسه .

#### الميزانية :

ميزانية المركز مستقلة ويساهم فيها البلد الذي يوجد فيه المركز بمحدود ١٥٪ والمنظمة العربية العليا للأبحاث العلمية بمحدود ٨٥٪ .

#### تعيين الباحثين :

يجرى تعيين رئيس المركز العربي المتخصص والباحثين من قبل المنظمة العربية العليا للأبحاث وذلك دون النظر إلى الجنسية بل بالاستفادة إلى الكفاءة العلمية والخبرة والنزاهة .

#### الملاك ونظام الترفيع والرواتب :

يضع المجلس العالى للمنظمة العربية العليا ملاكاً موحداً لكل المراكز العربية المتخصصة ونظاماً موحداً لتفريع الباحثين



# التعريب

## الترجمة الى العربية

المهندس / خير الدين حقي

جامعة حلب - كلية الهندسة

انتدبت إلى كلية العلوم في جامعة الرباط خلال عامي ١٩٦٠ و ١٩٦١ لنقل المصطلحات العلمية التي نستعملها في جامعة حلب أو في سورية . وأصابني الحظ أن حضرت أول مؤتمر للتعريب عقد في نيسان عام ١٩٦١ وشاركت فيه .

ولا تزال صورة اللقاء الأول مع طلابي المغاربة ماثلة في خيالي حينما فوجئت ، من أول لحظة دخلت فيها قاعة الدرس ، بوابل من الأسئلة عن مدى جدوى هذه التجربة الجديدة ، باستبدال اللغة العربية التي ليست لغة العلم الحديث بالفرنسية التي ألفوها منذ نعومة أظفارهم ، ولا سيما إننا نأخذ العلوم عن الغرب ومراجعنا من معين لغاته . وتساءلوا أيضاً عن قدرة اللغة العربية على استيعاب كل هذه المصطلحات الحديثة ، وهل البلاد العربية متفقة جميعها على الأخذ بهذه المصطلحات أم لكل بلد مصطلحاته ؟ .

الأسئلة نفسها طرحت قبل ذلك التاريخ بعامين في المؤتمر الذي عقده ممثلو جامعات القطرين المصري والسوري في القاهرة بعيد الوحدة مباشرة عام ١٩٥٨ لتنسيق التعليم الجامعي بينهما عرض الوفد السوري ، وكنت أحد أعضائه ، رأيه في أن تعتمد اللغة العربية في التعليم الجامعي في مصر محل اللغة الانجليزية التي كانت حينذاك معتمدة في بعض الكليات العلمية كالهندسة والطلب .

وكان فصل الخطاب بالبرهان العملي حينما ألقى الدكتور عزة مريدن ، عميد كلية الطب في جامعة دمشق ، محاضرة في السريريات أمام لقيف من الأساتذة والطلاب ، إذ أقر بعدها في جلسة المؤتمر التالية أن تحتل اللغة العربية مكانها في التدريس الجامعي وفي جميع فروعها في القطرين وأن ينفذ البرنامج على مراحل في مدة خمس سنوات ، وهكذا كان .

إن هذه القصة ، التي تحدثت عنها في مقال نشر في العدد ٦٢ من مجلة المعرفة التي تصدرها وزارة الثقافة في سورية ، أجد في تكرارها اصابة الهدف كلما جرى بحث التعريب ، لأنها تلخص المشكلة من جميع نواحيها :

— فما فائدة التعريب ما دامت كل مراجعنا بلغات أجنبية والتسكين عندنا مستورد ؟

— وهل اللغة العربية قادرة على استيعاب مصطلحات العلوم الحديثة المتطورة بسرعة ؟ .

— وهل كل الناطقين باللغة العربية على وفاق فيما يخص هذه المصطلحات المترجمة ؟

أسئلة لم يطرحها طلابي في المغرب فحسب ، قبل تسع سنوات ، والتي لا زلنا نبحثها حتى هذا التاريخ ، وإنما

(١) نقصد بالتعريب هنا ما جرى عليه الخطأ وهو الترجمة إلى العربية ، كما نقول التريك والفرنسة وغير ذلك (لا المعنى الصحيح) .

وفي عام ١٩٦١ عقد مؤتمر التعريب في الرباط ، الذي دعت إليه الحكومة المغربية ، ضم ممثلين عن جميع الدول العربية لمبحث النقاط ذنسها ، وإيجاد الحل الصحيح ، وانبثق عن هذا المؤتمر المكتب الدائم لتنسيق التعريب الذي مركزه في الرباط ، ووضع تحت إشراف الجامعة العربية . ويقوم هذا المكتب بجهود مشكورة على الرغم من العقبات التي يعانها ، على حين تبذل الحكومة المغربية جهوداً مشكورة لسد العجز واحتضان هذا المكتب الذي رعته .

فأين نحن الآن من كل هذا ؟

إن تلك الصورة قد تبدلت تماماً في بحر الأعوام التي انقضت بعد أن أخذت جميع البلاد العربية بمبدأ التعليم باللغة العربية في مراحلها الابتدائية والثانوية ، وأعطت اللغة القومية المنزلة الأولى وتجنبت الازدواجية التي كانت أيام الاحتلال الأجنبي . هذا مع الاهتمام بلغة أجنبية كما يجري في جميع الأمم .

أما في الجامعات فقد احتلت اللغة العربية في كثير منها ، وفي مختلف الفروع ، مكانها الأول .. ولا تزال مع ذلك بعض الجامعات العربية الأخرى تدرس بلغات أجنبية ولا سيما في السكليات العلمية . ولعل السبب هو الأمور التي أشرنا إليها أعلاه ، بالإضافة إلى صعوبة الحصول على المدد الكافي من الأساتذة العرب .

ولمأني سأحاول الإجابة عن المسألة المطروحة هذه ، فهي في نظري جوهر القضية التي نعالجها .

١ — لماذا التعريب ؟

ليست اللغة العربية ميتة أو ميئوساً منها حتى نحكم عليها بالموت ، فقد برهنت على قوتها في العصور الحالية ، كما هو معروف ، إذ بقيت هي اللغة العلمية الوحيدة في العالم حتى القرن الخامس عشر . وقد كتب كثيرون في مقدرة اللغة العربية على استيعاب جميع النواحي العاطفية والفلسفية

والعلمية ، ودقتها فيما يقع تحت الحس وما تجول في الخاطر . ولا أريد أن أطيل البحث في هذا الموضوع الذي أصبح مفروغا منه ، ليس بدعوى أهل اللغة العربية وتعصيمهم ، ولكنني أكتفي بسرد شهادتين فقط لمستشرقين من بين كثير أعطوا رأيهم في اللغة العربية .

فقد قال إرنست رينان ما نصه « من أغرب المدهشات أن تنبت تلك اللغة القوية وتصل إلى درجة السكالم وسط الصحارى عند أمة من الرحل . تلك اللغة التي فاقت أخواتها بكثرة مفرداتها ودقة معانيها وحسن نظام مبانيها . ولم يعرف لها في كل أطوار حياتها طفولة ولا شيخوخة ولا نكاد نعلم من شأنها إلا فتوحاتها وانتصاراتها التي لا تبارى . ولا نعرف شبيهاً بهذه اللغة التي ظهرت للباحثين كاملة من غير تدرج وبقيت حافظة لكيانها من كل شائنة » .

وقال فريتاغ « إن اللغة العربية لعبت دوراً أساسياً كوسيلة لنشر المعارف وآلة للتفكير في خلال المرحلة التاريخية التي بدأت حين احتكر العرب — على حساب الزمان واليونان — طريق الهند » .

وقال غيرهم الكثير عن هذه اللغة الأصيلة ولكن الذي يضع حداً فاصلاً للجدل هو ما قاله ريتشارد « أنه لا يعقل أن تحل اللغة الفرنسية أو الإنجليزية محل اللغة العربية ، وأن شعباً له آداب غنية متنوعة كالآداب العربية ولغة مرنة ذات مادة تسكاد لا تفتنى ، لا يخون ماضيه ولا ينبذ إرثاً اتصل إليه بعد قرون طويلة عن آباءه وأجداده » .

فكتابة اللغة العربية ليست إذن موضوع بحث عندي ولا عند العديد ممن يعانون التدريس الجامعي لذلك فتشكك بعضهم في إمكان اللغة العربية مرجعه بلاريب إما إلى ضعفهم فيها ، أو لوجاههم من البلبلة ، وإذا كانت الحججة الأولى مرفوضة ، فإن الحججة الثانية جديرة بالدراسة ، بل هي النقطة الرئيسية في الموضوع والتي سنعالجها فيما بعد .

إلا أننا نريد أن نشير هنا إلى أن التعريب ، الذي نقصد به إحلال اللغة العربية محل اللغات الأجنبية ، هو لغايات قومية مع ما في هذه الخطى من جهد وما تتطلبه من عناء :

(أ) لأن وحدة اللغة تحقق وحدة التفكير ، ووحدة التفكير تحقق وحدة الأمة العربية في هذا العصر الذي لم يبق للقوميات الصغيرة مكان فيه . وأما نرى المحاولات التي تجرى في العالم لتكتل الأمم ليس على الصعيد السياسي فحسب ، وإنما لمنافع اقتصادية متبادلة على الرغم من تباين لغاتهم . وكم من محاولات قد جرت لفرض لغة واحدة بين الجميع وقد كان في وقت من الأوقات للغة الاسبرنتو الحظ في أن تكون هي اللغة المشتركة . فنحن لسنا بحاجة إلى اختراع لغة جديدة تجمع بينا فبشيء من العناية يمكن للغتنا أن تكون عاملاً مهماً في وحدتنا كما كانت على مر العصور .

(ب) لا نريد من لغتنا أن تكون وسيلة للحاق بالأمم المتقدمة فحسب ، وإنما تعطى الإنسان العربي قوة للانطلاق والإبداع ، فقيمة الأمة بما تبدعه أبنائها . ونحن إذا عدت الأمم لسنا في المقدمة .

إننا نريد أن نقضى على الازدواجية في حياتنا ، فلا تكون الطبقة المثقفة بعيدة عن عالمها الذي تعيش فيه دون سائر أبناء الأمة ، فلا هي قادرة على أن تفهمهم ، ولا هم بقادرين على فهمها ما دام تكوين كل منهما بلغة مختلفة عن الآخر .

(د) إن المستحدثات ، في جميع وسائل الحياة ليست لطبقة معينة . فالدراجة والسيارة والغسالة والراديو والتلفزيون وغيرها هي لجميع الناس يستعملونها ويعالجونها . فان فهمها المهندسون يجب أن يفهمها العمال وغيرهم ، وحتى تكون لغة التخاطب بينهم واحدة . نعم إننا نعالج كل هذه الابتكارات والآلات والأدوات في الوقت الحاضر ، ولكن كان يمكن أن يرتفع مستوى الصناعة لو أمكن أن نكتب

للعمال كتباً في مستواهم وباصطلاحات يفهمونها ، فلا تبقى المبتكرات الحديثة عندهم طامسات واسرار ، ويعم العلم وتعم المعرفة ، وأن الذي رفع العامل في الأمم الرافية هو ما يجده بين يديه من مطبوعات في لغة يفهمها هي لغته وهذا ما نريده للغتنا وأمتنا في جميع أقطارنا .

(هـ) إن ارتباطنا بلغة أجنبية معينة يجعل حضارتنا مرتبطة إلى حد بعيد بحضارة الأمة صاحبة هذه اللغة . أما إذا اعتمدنا لغتنا فإن شبابنا يمكنهم أن يتلقوا العلم حيث يطيب لهم ، ويصبو حصيلة علمهم في لغتهم ، فنتجمع للأمة العربية عصارة الحضارة في جميع العالم . وهذا ما يجعلنا مفتوحين على كل الأمم ، وعليه يجب ألا يشغلنا اهتمامنا بلغتنا إلى حد إهمال اللغات الأجنبية الحية ، ولا سيما التي قطعت شوطاً في التكتيك ( التقنية ) الحديث ، بل على الضد من ذلك ، أن المثقف الذي لا يعرف إلا لغته يبقى يحتر معلوماته الجامعية التي ستصبح بعد بضع سنين بالية بسبب التطور السريع في الابتكارات والبحث العلمي ، فإن توقف المثقف عن متابعتها سبقة الركب وخلفه بين الضائعين .

فتعلم لغة أو أكثر إلى جانب اللغة العربية أمر لا مندوحة منه إن كنا نبغي التطور السليم . وهذه نقطة أحب أن أصر عليها إصراراً لا يقل عن إصراري على ضرورة التعريب .

٤ - هل بمقدور اللغة العربية استيعاب المصطلحات

الحديثة ؟

يقول الذين آمنوا ، بعد جهد ، بعظمة اللغة العربية نعم ، إنها غنية بالمعاني والتعبيرات عن خبايا النفس ، وأنها استوعبت العلوم القديمة ، وأصبحت لغة العالم ، ولكنها اليوم فقيرة بالمصطلحات العلمية الحديثة ، وعاجزة عن اللحاق بالتطور الهائل الذي نشاهده في عصر التكنيك الذي يطلع علينا كل صباح جديد .

ولم أكن مع مشاركتي القائلين : هذا القول إلى أحدنا ،



إن عبقرية اللغة العربية متأدية من توأدها ، فكل كلمة فيها تلد بطوناً ، والمولودة تلد بدورها بطوناً أخرى ، فحياتها منبعثة من داخلها ، وهذا التوالد يجرى بحسب قوانين وصيغ وأوزان وقوالب غاية في السهولة والعذوبة . فيكفي أن نزاوج بين الكلمة وأحد الحروف العشرة المجموعة في كلمة سألتمونيها أو بأكثر من حرف فيها ليخلق مولود جديد له صفاته ودورها في حياة اللغة . هذا عدا أن الحركات في الرفع والنصب والجعر أو السكون لها دورها هي أيضاً في الخلق .

وقد أحصى ابن القطاع أكثر من ألف ومئتي وزن أو قالب ، وعددها سيئوبه قبله فتجمع له منها أكثر من ثلاثمائة . ومن الصعب حسابها رياضياً لأن كثيراً من حروف الإضافة لا يستعمل بعضها مع الآخر ، فلنقبل ما قاله سيئوبه ، ولنقل أيضاً إنه ليست كل هذه الأوزان أو القوالب مستعملة ولكن مائة منها على الأقل هي التي نستعملها في حياتنا ، فان طبقنا هذه الأوزان على الكلمات التي احتفظنا بها ( أي عشرة آلاف الكلمة ) فيكون مجموع كلمات اللغة العربية مليون كلمة ، على حين أن أغنى لغات العالم الحية لا تتجاوز كلماتها بعض مئات من الآلاف . ولا يحتاج الإنسان في حياته العادية إلى أكثر من بضعة آلاف من الكلمات ، والباقي موزع بين العلوم المختلفة ولدلالات لا تخدم إلا أهل الاختصاص .

ومن المؤكد أن أضخم المعجمات العربية لا يحوى العدد الذي ذكرته ، بل لا يحوى ربه . إذن ففي معاجم الغد متسع لأربعة أمثال المدينة الحاضرة ، على أن نفسح المجال للاشتقاق والتوالد دون الخروج على الأوزان والقواعد التي تتمشى وروح اللغة العربية ، أما أن نقول إن هذا لم يرد في المعجمات وهذا لم تنطق به العرب فان معناه مراوحة في المكان

أرى أن فقر اللغة المزعوم ليس بسبب اللغة نفسها ، بسبب أبنائها الذين هالتهم وفرة الاصطلاحات في مختلف العلوم المتنوعة فوقفوا أمامها واجمين . وإن دلت التجربة في الأقطار العربية الشرقية التي بدأت التعريب منذ عشرات السنين على أن القضية ليست بهذا القدر من الخطورة والامتناع ، فان الأقطار العربية في المغرب تشعر شعور الواجس على الرغم من اجتيازها مراحل محمودة في هذا السبيل .

فاللغة العربية تتألف من ثمانية وعشرين حرفاً ( ماعداد الهمزة ) ، والأفعال فيها مركبة من ثلاثة حروف . فلو أنقنا هذه الحروف ثلاث في ثلاث في جميع التراكيب الممكنة لحصلنا على ١٩٦٥٦ كلمة لا تشابه الواحدة منها الثانية وليس فيها حرف يشابه الآخر ، هي كل ما يمكن أن يتحقق من الثمانية والعشرين حرفاً . ولكن قد يقع حرف واحد مكرر في آخر الكلمة مثل شد وكر وفر . الخ وهي تنتج من ترتيب الحروف مثنى مثنى ، فمجموعها هو ٧٥٦ تركيباً . وقد يقع مكرراً في أولها مثل آخرها ، مثل ، قلق شن ، قرق ( خدع ) إلا أن هذه الثانية نادرة لذلك لا تأخذ بها ، ولا نعرف تكراراً يقع في الأول ، فيكون مجموع الكلمات الممكن تركيبها بثلاثة حروف هي :

$$٢٠٤١٢ = ٧٥٦ + ١٩٦٥٦$$

وقد تكون الكلمة رباعية أو خماسية أو سداسية ولكنها نادرة فتملأ أيضاً .

وبسبب تنافر الحروف أن أسقطنا من العدد السابق نصفه أو يزيد قليلاً ، فإن ما يبقى لدينا هو عشر آلاف كلمة هي كل ما في اللغة العربية من احتمال لعدد الأفعال ، وهو عدد محدود . فمن أين جاءت إذن عظمة هذه اللغة واتساعها الذي نتحدث عنه <sup>(١)</sup> .

(١) يقال إن عدد مواد لسان العرب لابن منظور (لألفاظ) يزيد على ثمانين ألفاً ويقصد بالمادة هنا الكلمة المجردة أو الكلمة الأصل وفي اعتقادي أن هذا رقم مبالغ فيه جداً كما يظهره الحساب . فلو أضفنا ما أهملناه من أفعال رباعية وخماسية واعتبرنا أن كل مادة قابلة لأن تأخذ بالإضافة إلى شكلها أوزان الفعل الثلاثي الستة ، مع أن هذا غير وارد ، فلن يبلغ مجموع المواد هذا الحد مطلقاً . على أنه لو ارتفع أصل الكلمة إلى الرباعي لزادت مواد اللغة إلى ما يقرب من نصف مليون .

هيئة عربية موثوق بها ، وأن يصبح بعدئذ إلزامياً يلتزم به الجميع .

وهذا الإقرار ضروري ، لأن الاشتقاق قد يكون في بلد من مصدر ما وفي بلد غيره من مصدر آخر ، مثل كاجح ومكبحه وكامح ومكبحه وراذع وبريك وفرام وفرملة . فعلى الرغم من أداء المعاني كلها للفظ المرادة ترجمته إلا أن التباين سيوقع في أزمات خطيرة ، هي التي نعانيها الآن ونريد لها حلاً . إننا نريد أن يكون للمصطلح الواحد كلمة واحدة ، كما هي الحال في اللغات كافة . ولا يهم شكل المصطلح في نظري بقدر ما يهم الاتفاق عليه إجماعياً ، حتى لا تكتب كل منا لنفسه وطلابه فقط ، وإنما للجميع ، وليكن ما يكتبه الواحد منا مفهوماً في كل قطر من أقطار بلادنا الواسعة .

فاللفظ يشير في ذهن السامع صورة الشيء الذهنية ومفهومه لا الشيء نفسه ، ويتم الانتقال إلى الأشياء الحسية عن طريق هذه الصورة الذهنية مهما كان اللفظ ، على أن يكون مع ذلك بين الصورة واللفظ ارتباط ما . فكلمة طيارة مثلاً متي فهمها المرء أول مرة . يكفي أن يقال له مرة ثانية حتى يتصور المقصود . وهكذا الحال في كل مصطلح عامي إذا ما أعطى للكلمة الشرح الكافي الدقيق فيما تدل عليه .

وليس من الضروري أن يترجم المصطلح حرفياً ، فكلمة دراجة أخذت من صفة حركية لهذه الآلة ، بينما تسمى في الفرنسية أو الإنكليزية بذات الطارتين Bicyclette ، حيث أخذت لها حسية .

وقد يتبدل معنى الكلمة ومدلولها مع الزمن ، فالمقرن هو الخشبة التي تربط بين رقبتى ثورى الفلاحة ، فأخذناها لوساطة الربط بين محوري آلتين تدوران معاً . والتفرجة هي المسافة بين الأصابع ، فاستعملناها في المسافة الصغيرة التي تترك عادة بين دوار Rotor الحركات الكهربائية وساكنها (Stator)

نفسه ولعمري لقد أصبحت أؤمن بما يقوله بعضهم من أنه لو بقيت اللغة بين أيدي أهلها الأول ، ولم يتسلط عليها النحاة ، لتوسعت أكثر مما وصلت إليه ، لأن العرب الذين أبلغوا اللغة إلى هذا الحد من الإعجاز لم يكن يصعب عليهم التوسع بها إلى الآفاق التي تتطلبها الحضارة مهما اتسعت . إن مفاتيح اللغة بين أيدينا فلا نوصد الأبواب في وجه تفتح كلماتها وانطلاقها فاعل الكثير منها يجد له محلاً في التعريف عن اصطلاح جديد ينتظر له مسمى عربياً . وإن عجزت لغتنا عن تلبية احتياجات العصر كافة فلنفسح المجال بعدها للكلمة الأعجمية ولنبتناها مادماً في حاجة إليها ، ولكن بحسب قواعد التبنى في التعريف الذي لم يتركه الأولون دون نظام أو ضابط ، والأخذ والعطاء من صفات السكائن الحى ، وليست لغتنا ميتة .

وفي اعتقادي أن مجامع اللغة في البلاد العربية يمكنها أن تسدى خدمة كبيرة للباحثين ورجال العلم ، إذا هي وضعت بشكل كامل ، وفي اتفاق تام بينها ، صيغاً للاشتقاق تتمشى وروح العصر وحاجاته ، فتفسح المجال الكافي للأساتذة ورجال العلم أن يتخلصوا من البلبلة المضنية التي هم فيها .

ومتى وضعوا هذه الأسس يقتضى تعميمها على أوسع نطاق في الأوساط الجامعية وغيرها ، فتعاون الجامعات مع المجامع اللغوية أمر لم يتم بشكل مرض حتى الآن فلا يزال كل في محرابه قابلاً والمعرفة تدور رحاها في الأوساط العلمية كافة دون توجه ، وهذا ما خلق الفوضى التي نعانيها اليوم في التعابير .

إن حاجة المدارس الابتدائية والثانوية من المصطلحات قد اكتملت أكثرها ، ولا خلاف كبيراً بين البلاد العربية على القسم الأعظم منها ، ولكن الدراسة الجامعية والعلوم العصرية ما زالت محتاجة إلى الكثير .

ولا يكفي طبعاً أن تضع المجامع العلمية الأسس اللازمة ، بل لابد من الاتفاق على المصطلح العلمى بعد ذلك ، وأن تقره



وفعال وتدل على الأصوات مثل دعاء وصراخ وثناء  
أو داء مثل صاع ودوار .

وفعالة وتدل على البقايا مثل حثالة ونخالة ونفاية .

وفعالة لتدل على الحرفة كالصناعة والنجارة والتجارة .

وفعال للمبالغة كشراب وقتال .

ومفعلة للمكان الذى يكثر فيه الشيء مثل مكلاة  
ومأسدة .

وفعال لتدل على الأدوات والمرافق مثل : لباس وزمام  
وحزام .

وفعول لتدل على قابلية القيام بالعمل مثل : شروب  
وطهور أو التميز به مثل : طروب ونصوح وللآلة ، التى  
تهمنا نحن رجال العلم ، أوزان شتى قديمة وحديثة ، ولكنها  
أصبحت مألوفة وينسج على منوالها كثير من الاصطلاحات  
دون ما تنسيق . وجدير بنا أن نقف عند هذا الموضوع  
لأهميته الخاصة بالنسبة إلى مؤتمرا .

فقد ذكرت كتب النحو أن للالة الاوزان مفعال  
ومفعول ومفعلة مثل : مفتاح ومبرد ومحبرة اعتبرها اللغويون  
هى الأساسية ، ولكن فى الحقيقة هنالك أوزان كثيرة  
نستعملها بكل بساطة دون أن نشعر بجفافها وهى :

فعالة مثل جرار .

وفعالة وهى كثيرة مثل طيارة .

وفاعل مثل حاجز .

وفاعله مثل قاطره .

وفعال مثل زمام . وزن قديم .

وفاعول مثل طاحون .

وأفعيل مثل أزميل .

ويوجد أوزان أخرى يمكن التوسع بها عند ما يخصص  
البحث لها ، ولكن ليست كل هذه الأوزان فى مفهوم

وهكذا فى حياتنا العامة إجمالاً دخلت كلمات كثيرة  
اقتضاها التطور والحياة العصرية منها سياسة ومنها اقتصادية  
أو تجارية لم تكن بالأصل لها المعانى نفسها . ولكن إن  
حدثت عن معانيها الأصلية فإنها لم تنفصم تماماً عن المعنى  
الأول الذى هو المنبع الرئيسى .

وقد نشق من كلمة واحدة عدة كلمات مثل : مغسلة  
وغسالة ومغتسل وغسيل وغسل ومن السهل ردها إلى الأصل  
الذى هو فعل غسل ، إذ تنابع حروف غسل فى جميع الكلمات  
بترتيبها نفسه فى الأصل ، وهى رزية كبيرة فى لغتنا تيسر علينا  
الاشتقاق وفهم معانيها ودلالاتها بمجرد سماعها . فمصدرها يدل  
على معناها ، ووزنها يدل على وظيفتها ، بخلاف ما نراه فى  
اللغات الأخرى التى يصعب رد الكلمات فيها إلى أصلها .  
فمن يمكنه مثلاً من أهل اللغة أنفسهم أن يتصور أن كلمتي  
Capitaine و Chef هما من مصدر لاتينى واحد هو Caput  
التي معناها الرأس . وأن Ventu و Virilité أصلهما اللاتينى  
واحد هو Virum ومعناه الرجل وكثير غيرها .

لذلك فإنه فى توالد عشرة آلاف الكلمة الأصلية ما يغنينا  
عن مجموعة ضخمة من المفردات المعقدة التى لا رابط بينها كما  
فى اللغات الأجنبية .

ولمنا إذ نعول باهتمام كبير على الأوزان أو القوالب ،  
فإن النحاة لم يميزوا لنا منها بعضها مثل اسم الفاعل واسم  
المفعول والصفة المشبهة وأفعال التفضيل واسم الزمان واسم  
المكان واسم الآلة والأفعال وتصاريقها وبعض المجموع القياسية  
السائلة وغير السائلة ، مما هو معروف ، وبعض الصيغ مثل وزن  
فاعل للدلالة على تعلق الفعل بمتعدد مثل قاتل وفاخر وشارك .

أو تفاعل الذى يدل على المشاركة بين عدد من الفاعلين  
مثل تصالح وتعاون وتزاحم .

وتفعل وهو مطاوع فعل مثل تكسر وتقطع .



العربي متعادلة لحسن الحظ ، فبينها تفاوت هو ما أريد أن  
اكتشفه الآن ليعيننا في وضع المصطلحات فعلى وزن مفعال  
نجد :

ميزان : وهو ما يقاس به الوزن .

مكيال : وهو ما يكال به الشيء أن يعين كميته ،  
ومقداره

مسبار : وهو ما يقاس به عمق الجرح .

مثقال ، وهو ما يوزن به أى يقاس به الثقل .

مقيقات : وهو الموعد الذى جعل له وقت أى ما يقدر  
له زمن .

فمن هذه الأمثلة نجد أن وزن مفعال هو للآلة التى تنفع  
للقياس ، ولذلك يجدر بنا أن نخصصه لهذه الوظيفة فنقول :

مطياف : لقياس الطيف .

معداد : لقياس الأعداد وضبطها .

ممطار : لقياس المطر .

مرياح : لقياس الرياح .

منواء : لقياس النوء .

مرطاب : لقياس الرطوبة .

مضغاط : لقياس الضغط ( وليس مضغط الذى ورد

في المنجد ) .

مهواء : لقياس كمية الهواء .

محدار : لقياس درجة الحرارة .

مسعار : لقياس كمية الحرارة .

مسراع : لقياس السرعة .

معجال : لقياس التعجيل .

مدوار : لقياس عدد الدورات .

مرداد : لقياس التردد .

مجهاد : لقياس الجهد .

وهكذا نخصص هذا الوزن لأجهزة القياس ونحصرها  
به ، ونترك الكلمات القديمة التى على هذا الوزن دون أن  
تعرض لها حتى ولو لم تكن وظيفة للقياس مثل : مفتاح ،  
منشار ، الخ ، أما الكلمات الحديثة الوضع مثل مسطار<sup>(١)</sup>  
لترجمة كلمة tire-ligne فمن الأفضل أن تسمى بوزن آخر  
كمسطر مثلاً أو مسحوب .

ومثلها مرقاة لترجمة كلمة Ascenseur ولو كان  
وزنها مفعلة لأن أصلها مرقية فمن الأفضل تخصيص كلمة  
مصعدة<sup>(٢)</sup> لها تجنباً للوزن الصوتى .

وإذا استعرضنا وزن مفعل مثل : مثقب ، مبرد ،  
منجل ، منفش ، مضغط ، محفز ، مبضع ، ومحجم وغيرها .  
نجد أنها تعنى أداة لإنتاج عمل مباشر فنتركها لمثل هذه  
الوظيفة .

أما إذا استعرضنا وزن مفصلة : مخبرة ، مفصلة ،  
مكنسة ، مكسحة ، معلقة ، مبخرة ، مطرقة ، مسطرة وغيرها  
نجد أن لها معانى الوزن السابق نفسها تقريباً مع اختصاص  
أكثر بأن ما يشتق على هذا الوزن السابق هو آلة تستعمل  
وسيلة غير مباشرة . فالمخبرة لحفظ الخبر وليست هى التى  
تصنع الخبر . والمفصلة وسيلة للغسل ، وليست هى التى ترسل  
والمعلقة للعلق الطعام وليست هى التى تعلق . والمبخرة لحرق  
البخور ، وهكذا ، بعكس الأدوات السابقة ، فإن المثقب هو  
الذى يثقب ، والمبرد هو الذى يبرد ، والمنقش هو الذى ينقش  
وهكذا . . .

إذن ، فقد توضحت خصائص الوزنين الآن ،  
ولهذا ففى أثناء الاشتقاق يجب أن نحاول مراعاة وظيفة  
كل منهما .

أما آلات الإنتاج ولا سيما المتحركة بوساطة ما

(١) المنجد .

(٢) انظر فيما بعد وزن مفعلة .

الأصل ، لذلك فان وزن مفعال لأجهزة القياس يبقى هو الوحيد .

ووزن أفعيل مثل أبريق (فارسية) ، وأزميل (يونانية) وأسفين وصحيحها سفين (وهى يونانية أيضاً) ، فيجب ألا يقاس عليه ، مع يعنى أنه إذا اقتضت الحاجة إلى ذلك فليس من مانع لهذا فهو وزن مستساغ .

والخلاصة نرى أن لأسماء الآلة أوزاناً كثيرة يجب ألا نهملها ، لكنها فى الواقع تحتاج إلى تنسيق ما دامت أنواع الآلات والأجهزة والأدوات قد أصبحت متنوعة الوظائف ومن المستحسن بل ربما من الضرورى ، أن نخصص لكل وظيفة وزناً خاصاً كما سبق وأوضحنا الجوانب التى قدرت عليها ، وليست لغوياً ، لكننى أكثر ما عانيت من موضوع النقل إلى اللغة العربية بحكم عملى ، توصلت لهذه النتائج وتقيدت بها .

ولأضرب مثلاً على طريقة الاشتقاق التى نتبعها من فعل غزل مثلاً :

— فالصناعة هى الغزالة كالنجارة والحدادة والصباغة وغيرها .

والإنتاج هو الغزل .

— والمصنع الذى يقوم بهذه الصناعة هو المغزلة كالمطحنة والمعصرة والمصبنة والمصبغة

وعلى نستمها نشق المنسجة والمفرخة (لتفريخ الدجاج) والمغولة (لصنع الغول) والجبنه (لصنع الجبن) والمعلبة (لصنع العلب) وغيرها .

— والآلة التى تعزل هى العزلة كاخللاطة والجباله والفرازة وغيرها .

— والأداة التى تقوم بلف الخيط هى المغزل كالمبرد والمنقر والمنقش .

— والجهاز الذى يقىس الخيطان وتضبط به مقاييس الخيوط هو المغزال كالمثقال والمعيار .

(غير جهد الإنسان) فتشتق أسماؤها على وزن فثال مثل : نراد ، جرار ، خطار ، حظار ، رقاص ... الخ .

وإن كنت أرى أن يكون الاشتقاق على وزن فعالة<sup>(١)</sup> لنترك وزن فعال للصانع الذى يقوم بالحرفة التى تختص بها الآلة فنقول : دراجة ، سيارة ، طياره ، نفائة ، غسالة ، خلطه عوامه ، فرازه ، ثلاجه ، حفاره ، خراطه ، نشارة ، دراسة ، دخالة ... الخ .

وعندى أنه استثقل هذا الوزن أحياناً فان وزن فاعلية يننى بالعرض تماماً مثل : باخرة ، وقاطرة ، وشاحنة ، وحافلة فهى أطف من بخاره ، وقطاره ، وشحاته ، وحفاله ، وإن كان وزن فاعله حين ينتقل إلى الصيغة المشبهة يفيد الاستمرار لا المبالغة فى الفعل أو التخصص به . أعنى أن المرء يفرق بسهولة بين طائرة وطيّاره والدقة بين المعنيين .

وكوزن فاعله وزن فاعل مثل قاطع وحاجز وضابط وعازق وخازق (سنان الرمح) .

وهناك أيضاً وزن مفيد جداً هو وزن فعال للأدوات (والملايس) ، وهو من الأوزان المألوفة جداً لكثرة ما جاء على وزنه فمثلاً : حزام . لجام . زمام . خزام . قراب . سوار . ستار . زناد . سنان . صفاق وغيرها ، ويمكن أن يستخدم بنجاح خلفته ، ولكن لم ينتبه إليه بعد فى الاشتقاق .

وقلنا أنه قد ورد على وزن فاعول بعض أسماء الآلات والأدوات مثل . طاحون وخازوق وشاقول وجاروش وقادوس وقاموس وناقوس وساعور . وعلى الوزن نفسه يستعمل العامة : تابوت ورابوب وشاكوش وطاروق وشادوف وغيرها .

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه وإن كانت كلمة شاقول تعنى آلة للقياس لأنها ميزان البنائين ، لكنها كلمة عبرية

(١) الذى قبله المجمع اللغوى المصرى .

وهذه الأوزان تخدم الثلاثي إن كان لازماً أو متعدداً ، وقد لا نحتاج إلى غيرها في الغالب للرباعي . فمثلاً كان يمكن أن نشق طهاره من طهر بدلاً من مطهره<sup>(١)</sup> للآلة التي تطهر الشياب والأواني من الجراثيم في المستشفيات ، فتكون بذلك قد التزمنا بوظائف الأوزان كما أسلفنا للثلاثي وغيره ، أو مطهرة فقط مثل مغسلة ، أو بالأحرى معقمة .

وإن كان بين الأوزان التي ذكرتها ما هو مستحدث أو وسع مجال استخدامه ، فيجب أن لا نستعجن هذا ، فقد ظهرت بعض الأوزان في العصور الإسلامية الأولى كفعلائي مثلاً والتي على وزنها عقلائي وروحاني وجسماني . وللعمامة أوزانها وهي تفعلي مثل تكسان وتعمرن ، أو تمفعلي مثل تملعن وتمسكن ، أو تفعول مثل تدهون ، وغيرها وهي تراكيب تستعمل غالباً في الظم ، وتلاحظ في كل هذه الأوزان نغمة الكلمة التي تبدأ كلها بحرف التاء وتنتهي بالنون مع تسكين الوسط .

وفي ذهن العامة فرق بين تكاسل مثلاً التي تعني الجنوح إلى الكسل ، وتكسان التي تعني تعمد الكسل . فكأنما في سليقة العربي قيم للحروف قائمة في ذاتها . فالتاء تدل على المشاركة مثل تشارك كما قلنا ، ولسكنها تدل كذلك على التظاهر بالشئ مثل تجاهل وتمارض وتباعد . والسكون في الوسط اجاب الانتباه . والنون في الآخر للتوكيد على التظاهر أو التعمد . فليس الوزن في حد ذاته هو الذي فرض نفسه فقط وإنما التكوين الإجمالي للكلمة أو إذا شئنا خصائص كل حرف ومعناه أو لونه الذي ينفرد به عن سائر الحروف الهجائية الثمانية والعشرين لعب هو أيضاً دوره في أداء المعنى .

إن هذه الملاحظة تجرني إلى أن ألقى بنفسى في متاهة وأنى لفاعل ذلك على الرغم من أنى لا أعرف سلفاً أتخلص منها أم لا وهى :

إن الغالبية من أهل اللغة يقولون إن كلام العرب استقر على الثلاثي . وفي رأى بعضهم أنه مر بمرحلة تاريخية كان الثنائي هو الأصل ، وزيد عليه الحذف الثالث لتأدية وظائف متنوعة للمعنى الأصلي أو أدغم ثنائيان للغرض نفسه .

ولماذا يكون الثنائي أصل الكلام وليس الأحادي ؟ بمعنى أنه لماذا لا يكون الحرف الواحد هو اللون المختص بذاته ومن مزيج لونين يتكون لون جديد فيه خصائص الاثنين أو التعبير عنهما أو جماعتهما ؟ ثم إن إضافة اللون الثالث أغنى الطيف وكمله .

لقد قال بعض النحاة قديماً وحديثاً أن للحرف استقلاله ووقفوا عند تبين كل حرف .

وبعد بدء البحث في موضوع أصل تركيب الفعل وخصائص الحروف إلى القرن الهجرى الثانى واستمر حتى أيامنا هذه . فقد بدأ بمحثة الخليل بن أحمد وسيبويه وعلى الفارس وبخاصة ابن جنى الذى كان أوسعهم بحثاً وأدقهم ملاحظة . ومن المحدثين جرجى زيدان والكرملى والعلايلى . ولأورد بعض الأمثلة القليلة المقتبسة من أبحاث الباحثين .

فاجتماع النون والياء مثلاً في الكلمات التالية تفيد الخروج أو الإخراج في حالات مختلفة :

نبأ نب نبث نبح نبذ نبس نبش نبض نبع نبغ نبك نبه نبا . واجتماع القاف والطاء في الكلمات التالية تفيد القطع قطع نبا . قطف قطل وغيرها . حتى كأن الحرف الواحد ينفرد به يؤلف كأنناً حياً في ذاته كما ألخسأ أعلاه ، فالغين وحدها مثلاً في الكلمات التالية تعطىها معنى الاستتار والخفاء .

غاب	غار	غال	غام
عمد	عمر	عمض	غمط
غرب	غرس	غرق	غلف
غفر	غير	غبين	
غش	غط	...	الخ



وقد أورد اللغويين لمختلف الحروف أمثلة كثيرة وتزداد هذه المجموعات بصورة يخيل معها إلى الباحث أنها لم توجد باطلاً ، حتى أوحى هذه الظاهرة ، التي اكتشفها ابن جنى قبل عشرة قرون إلى بعض الباحثين في العصر الحديث بنظرية « القيمة التعبيرية أو البيانية للحرف في الألفاظ العربية » . وحاول العلايلي في كتابه « مقدمة لدرس لغة العرب » تقديم قائمة كاملة بمعاني حروف العربية . فقال بعض الباحثين إنه تعجل الأمور ولم يستقرىء ويتحرر بما فيه الكفاية ، وأطرى عمله آخرون .

ومهما قبل في القائمة التي وضعها العلايلي ، فأننى أرى فيها ضالتي المنشودة . وقبل بيان غايى منها أقول إن البحث الذى بدأ قبل أكثر من عشرة قرون آن له أن ينضج ، وإن لم ينضج بعد فجرى بلغوى هذا العصر أن يمنحوه العناية البالغة ، وإذا كان لا بد من معرفة سبب ذلك أجيب .

إنه إن أصبحت النتائج بشكل علمى واضح أصبح أمر إيجاد المصطلحات العلمية عملية سهلة جداً بفضل العقل الالكترونى ، وذلك بأن تسأل العقل أن يركب لنا كلمة أقرب ما تكون من المعنى المطلوب الذى تحدد له صفاته ، فيقوم العقل فى لمح البصر بمزج الحروف الملائمة لتأدية هذا المعنى بحسب خصائصها ويعرض علينا حلاً أو عدد حلول تفي بالمطلوب ، على ألا يزيد عدد حروفها على الثلاثة أو الأربعة فنستنبط منها الكلمة على الوزن الذى نريده .

قد يكون الجواب فعلاً ورد فى اللغة العربية ، وقد يكون غير وارد فى المعجمات فإن كان مستساغاً أدخلناه فى مفردات اللغة . وإن لم يكن كذلك عرضنا المشكلة مرة ثانية على العقل الالكترونى بصيغة أخرى وثالثة أيضاً إن اقتضى الأمر .

قد يتهمنى بعضهم أن تفكير هذا ناتج عن انحراف مهنى ، ولكن المحاولة تستحق أن تولى العناية حتى بما لدينا من رأس مال فى هذا الموضوع ، فهى لا تكلفنا الآن أكثر من أن نجرى تجربة بالاعتماد مثلاً على علاقتها وعلى الأوزان

المألوفة فقط . وتفحص الفكرة باستخلاص كلمات معروفة لنرى أيجيب العقل الالكترونى عنها كما نعرفها أم لا . إننى واثق أن البحث هذا سيؤدى إلى نتيجة على أن تتقن برجة الموضوع بالشكل السليم قبل عرضه على الجهاز . فقد كان العقل أو المبرمجون أن يجعلوا العقل يترجم من لغة إلى لغة أخرى فضلا عما يؤديه من حسابات سريعة وعويصة تعد بالآلاف فى ثوان ، فهل سيعجز عن حل مشكلتنا هذه ؟

لقد فكر الخليل بن أحمد الفراهيدى ( ١٧٥ هـ — ٢٠٤ هـ ) فى حل الكلمة إلى حروفها الأصلية الثلاثة ، ثم قلب مواقع هذه الحروف وترتيبها فى جداول ، فقل إن الباعث له على هذا الترتيب فكرة إحصائية رياضية مسيطرة عليه كعالم رياضى . فما ضره ما قيل فيه وظلت طريقته تسير عبر الأجيال .

ولعل فكرتى الهندسية التى أطرحها تكمل فكرته الرياضية على شكل ربما كان كما يتمناه ابن جنى ، أو تكون نصراً للعلايلي وخدمة للعروبة .

هذا فيما يخص مادة الكلمة ، أما فيما يخص وزنها ، فقد ذكر ابن قتيبة فى أدب الكاتب كثيراً من معانى الأبنية ونقل عنه الكثيرون ، ولكنه لم يستوف كل ما فى العربية من إمكانات ، ولا بد من رواد جدد للكشف عن خصائص هذا الكنز الذى إن أمكن ضبطه فى قواعد وأسس توفر على المتكلم والمتعلم كثيراً من الجهد ، وتجعل اللغة العربية ، كما أرادها أهلها الأول ، لغة الضوابط كالديساتير الرياضية ، وتصبح أسهل وأسرع فى حل مشكلاتنا الحاضرة المتعلقة بهذه الناحية ، والإشراف على المستقبل بفضل تعبيد طريق التطور له .

وليس الاشتقاق الصغير أو الاشتقاق الكبير أو الاشتقاق الأكبر أو الاشتقاق المركب وغيرها كما يسميها أهل اللغة هى الطريق الوحيدة ، فهناك النحت أيضاً ، وهو أن نأخذ

غنية كما رأينا ، إنما المشكلة ، كل المشكلة ، تكمن في الاتفاق على المصطلح الواحد للمعنى الواحد .

لا تواجه بقية الأمم هذه المشكلة لأن أهل اللغة الواحدة يخضعون لدولة واحدة تفرض الكلمة فتأخذ مجراها في الكتب وعلى ألسنة الناس .

إنما نحن إن لم نتواضع جميعنا على الكلمة الواحدة نشأت ، إن صح هذا التعبير ، عدة لغات عامية وكلها عربية ولكنها لغات قطرية لا تتعدى حدود البلد الواحد ووقعنا مثل ما نعانیه من أمر اللهجات العامية المحلية .

على أن أهل اللغة الفصيحة في يديهم سلاح قوى لمحاربة هذه اللهجات العامية ، وقد حاربوها فعلا وانتصروا عليها وذهبت صيحات الداعين للهجات العامية سدى .

ولكن هل الغير على اللغة الفصيحة قادرون على عمل شيء تجاه نعدد المصطلحات ؟ غالب الظن أنهم مجردون من السلاح في هذا الميدان . لأن المصطلح العلمى حيثما نشأ يمكن أن يكون فصيحاً لا إعتراض لأهل اللغة عليه . فمثلاً نقول الرقاص والنواس والخطار للدلالة على شيء واحد . فما الحيلة إذن لعدم التردى في مثل هذا الوضع الخطير الذى سيكون تجزئاً لمفكرى العالم العربى ؟

في اعتقادى أن المسئولية كما تقع على أهل اللغة ، تقع أيضاً على أهل العلم أنفسهم ، ولعل مسئوليتهم في هذا المجال أكبر .

فالسكى لا نسجل على أنفسنا تجاه الأجيال القادمة وصمة لا يسامحوننا بها ، ولا سيما أننا في بدء الطريق ، علينا أن نحض حكوماتنا مباشرة ، أو أن تأخذ الجامعة العربية بين يديها هذا الموضوع بما يستحقه من الأهمية . وأن المكتب الدائم لتنسيق التعريب مؤسسة يمكن أن تعطى الثمار الطيبة على أن تدعم بكل قوة ، حتى يصل صوتها إلى أعماق كل مشغل بالتعريب ، فنفيد منها ونفيد منا ونقص على فوضى المصطلحات التي نعانيناها .

كلمتين أو أكثر وننحت منهما كلمة واحدة آخذة منها جميعاً أو من بعضها كالإسماء والحمد له والحوالة والعشمى وغيرها ، ولكنها طريقة كانت محدودة . إنما نحن نحتاج إلى أحياء هذه الطريقة جرياً على ما يستعمله الأجانب في تراكيبهم العلمية ، فنقول : الكهرضوئى ، والكهر حرارى ، والكهر مغنطى وكل ما يتعلق بمحادثتين طبيعيتين إحداهما الكهرباء ، كما عممناها على علاقات أخرى . وهذا النحت في الواقع اقتبسناه من الترجمة للمصطلحات العلمية مع تحريف أحياناً في التركيب من حيث التقديم والتأخير فمثلاً نقول كهر حرارى لما ترجمته Thermo-électrique ، ونقول كهرمائى لما ترجمته Hyaro-électrique وكل ذلك توخياً لسهولة اللفظ حسب طبيعة اللغة العربية نفسها .

والخلاصة إن كان النحت في اللغات الأجنبية هو القاعدة الغالبة في استنباط المعانى لما هو مستحدث ، فإن في لغتنا كل القابلية أيضاً لتطبيق هذه الطريقة ، ولا سيما إن الكلمات العربية قصيرة فالنحت ان يجعل منها كلمات طويلة يصعب نطقها كما هو الحال أحياناً في اللغات الأجنبية .

وقد قال فولتير « إن اللغة ، أى لغة ، تعجز عن التعبير الكامل عن آرائنا ومشاعرنا ، والفروق بينها كثيرة لا تكاد تلمس ، فتضطرنا اللغة مثلاً أن نعبر بلفظ الحب أو البعض عن آلاف من ضروب الحب أو البعض كلها مختلفة ، وكذلك الحال في موضوع آلامنا وملاذنا » .

فإن كان صحيحاً فيما يخص نوازع النفس وخلقاتها ، فنحن المهندسين أمرنا أبسط وأيسر ، لأننا نعنى بالمصطلح في الغالب شيئاً ملموساً أو حادثة طبيعية لا تعقيد فيها مثل الجاذبية والقوة والطاقة وغيرها .

ولذلك يكفي التواضع على الكلمة حتى تصبح مدلولاً دقيقاً دقة العلم الذى يحدد هذا الموصوف أو المسمى .

**ضرورة توحيد المصطلح العلمى :**

ليس من العسير إيجاد المصطلح العلمى ، وقد يمكن أيضاً إيجاد أكثر من مصطلح لشيء واحد فاللغة العربية

# توصيات المؤتمر

أصدر المؤتمر ستة عشر توصية أساسية ، تناولت كل منها موضوعاً هاماً قائماً بذاته ، ثم عنيت كل توصية بتحديد الطريق العلمى لوضعها موضع التنفيذ . ولما كانت هذه التوصيات تعد من أخطر ما صدر عن مؤتمرات أو لقاءات علمية عربية ، فضلاً عما تميزت به من طبيعة علمية موضوعية ، وعملية محددة . بحيث يمكن أن تعد دستوراً لعمل علمى عربى متكامل نبدأ به الخطو السليم فى ملاحقة التقدم العلمى فإنه من الخير كل الخير أن تنشر على صفحات « المجلة » كاملة غير منقوصة .

ومن الواضح أن هذه التوصيات تنقسم إلى قسمين ، الأول — بعيد المدى ، والثانى — قريب المدى . . بمعنى أن بلوغ أهداف كل قسم يتحقق بعد وقت طويل أو قصير ، وليس بمعنى أن يبدأ العمل بأحدهما قبل الآخر ، بل من الضرورى السعى لى يبدأ التنفيذ فوراً وفى أقرب وقت ممكن بالنسبة لجميع التوصيات بدون استثناء .

ولا ريب أن على جامعة الدول العربية واجب ضخيم ومسئولية كبرى فى تبنى هذه التوصيات وإقرارها من أجهزتها المسئولة ، ثم السعى لأن تعمل بها الدول العربية الأعضاء . . ومن العلامات التى تثير التفاؤل إنشاء قسم للعلوم والتكنولوجيا داخل أجهزة الجامعة ، عليه — إلى جانب إدارة الجامعة الأخرى وخاصة الإدارة الثقافية — متابعة تطبيق هذه التوصيات وترجمتها إلى واقع حى ينور به مجتمع الأمة العربية كلها .

وقد تضمنت التوصية الثانية عشرة إنشاء مجلس علمى عربى ، وليس من شك عندى ، وقد كان للمجلس الأعلى للبحث العلمى (وزارة البحث العلمى) فى الجمهورية العربية المتحدة شرف اقتراح إنشاء هذا المجلس منذ أكثر من عامين ، وبعد النكسة . وتطلعاً إلى دعم العمل العلمى الموحد — ليس من شك أن هذا المجلس يستطيع عند إنشائه أن يحقق الكثير من المنجزات التى يتطلع إليها علماء العرب ومن ورائهم الأمة العربية كلها .



## نص التوصيات

## التوصية الأولى :

لما كانت اللغة القومية لكل أمة هي الوعاء الفكرى للمواطن ، إذ أنها أداة التفكير كما أنها وسيلة التعبير .

وتحقيقاً للأهداف العلمية والتربوية لوضع المادة العلمية فى متناول إدراك الطالب وفهمه دون عوائق لغوية تزيد من صعوبة المادة وتعمل على الإبطاء فى استيعابها .

وإيماناً بأن تأصيل العلم والتفكير العلمى لدى أية أمة يتطلب استعمال لغتها القومية فى كل من التدريس والبحث العلمى فى جميع مراحل الدراسة .

وإدراكاً أن استعمال اللغة القومية فى التدريس والبحث العلمى يزيد من ارتباط العلماء بشعوبهم ومن ارتباط العلم وتطبيقاته بقضايا وطنهم وحاجات أمتهم ومتطلباتها ، ويساعد على الاحتفاظ بهم والحد من هجرتهم .

وتقريراً للحقيقة التاريخية المعروفة إن اللغة العربية وسعت فى عصور ازدهارها جميع جوانب المعرفة العلمية والحضارية ، وكان لها أثرها الواضح فى النهضة العلمية الأوروبية .

واعتماداً على طبيعة اللغة العربية وسعتها ومرونتها وقدرتها على التطور والاستيعاب والتعبير عن العلم الحديث وتطبيقاته ، وقد تمثل ذلك فى التجربة الرائدة التى نهضت بعبئها الجامعة السورية خلال نصف قرن بالتدريس والتأليف فى الكليات العلمية والعملية باللغة العربية ، والتى تتطلب من الجامعات العربية الأخرى الإسراع إلى التعاون والدعم والمساندة .

ومع الاعتراف بالصعاب الحالية التى تعترض سبيل استعمال اللغة العربية لغة تدريس وببحث عالمى فى الكليات الجامعية والمعاهد ، والتى تستدعى :

١ — إعداد هيئة التدريس .

٢ — ترجمة المصطلحات وتعريبها وتوحيدها .

٣ — استكمال النقص فى المراجع والمصادر العلمية .

وهى الصعاب التى أمكن التغلب عليها فعلاً فى مراحل التعليم العام وفى كليات الحقوق وفى الدراسات الاجتماعية والنفسية ، التى أصبح التدريس فيها منذ زمن باللغة العربية فى كثير من البلاد العربية أمراً واقعياً وحقيقة مقررة ، بعد أن كان التدريس فيها بلغات أجنبية ، وكانت الاعتراضات على تعريبها والصعاب أمام ذلك هى الاعتراضات والصعاب نفسها التى تثار الآن فى مجال استعمال اللغة العربية للتدريس والبحث العلميين .

ومع التأكيد على ضرورة بذل مزيد من العناية باللغات الأجنبية لتكون نافذة تطل على سير العلم فى البلاد الأخرى ووسيلة لمتابعة التطور العلمى فى العالم .

فإن المؤتمر يوصى بما يلى :

١ — المبادرة إلى استعمال اللغة العربية لغة للتدريس والبحث العلمى فى جميع مراحل الدراسة بالكليات والمعاهد العلمية والتقنية فى البلاد العربية ، على أن يصدر فى كل بلد عربى تشريع ملزم بذلك ، وأن يكون البدء بتنفيذه فى السنة الأولى ( الصف الأول ) بتلك الكليات والمعاهد فى بداية العام الدراسى التالى مباشرة لصدور التشريع ، وأن ينص على أن يكون التنفيذ فى السنوات ( الصفوف ) التالية متتابعاً عاماً بعد آخر دون فواصل زمنية .

٢ — إنشاء مركز لترجمة أمهات الكتب والمراجع اللازمة لتعريب التدريس فى الكليات والمعاهد العلمية .

٣ — إعادة تأسيس اتحاد الجامع اللغوية العربية الذى سبق أن وافق مجلس جامعة الدول العربية سنة ١٩٥٧ على تأسيسه وعلى نظامه الأساسى ، وحث مجلس جامعة الدول

١ - وضع الخطط طويلة الأمد لتربية الجماهير العربية تربية عامية أصيلة تقوم على الإيمان بالأسلوب العلمى فى التفكير والوعى بدور العلم فى تطوير الحياة الإنسانية ، وبأهمية العمل العلمى فى حل المشكلات .

٢ - أن تقوم أجهزة التعاليم والإعلام بالعمل على إزالة العراقيل التى تعوق الحركة العلمية حتى يفسح لها مجال العمل على رفع مستوى الثقافة العلمية بين الجماهير وإشاعة الفكر العلمى وتأصيل النظرة العلمية للأشؤ وتربية الأجيال الصاعدة تربية علمية شاملة .

٣ - اعتبار عملية الإعداد العلمى عملية متكاملة تبدأ مع الطفل وتستمر حتى الدراسات العليا ، وأن هذا التكامل يقتضى الربط بين مراحل الإعداد المختلفة وتحديد مستوياته فى كل مرحلة ، فالمؤتمر يوصى بإنشاء هيئات أو مجالس دائمة تكون مسئؤة عن تطوير خطط ومناهج الدراسات العلمية فى المراحل المختلفة ورسم سياسة شاملة للإعداد العلمى ، والقيام بالدراسات والأبحاث الخاصة بتحديد نوعيات الإعداد ومستوياته .

٤ - توثيق العلاقات بين المؤسسات العلمية ومراكز الإنتاج والخدمات بحيث يتم تبادل الخبرات العلمية فيما بينها والعمل على حل المشكلات التى تواجهها تلك المراكز ، وإتاحة الفرصة لتدريب الطلاب العلميين بصورة دورية فى مراكز الإنتاج والخدمات ، وانتقاء موضوعات البحث من المشكلات التى تطرحها هذه المؤسسات والمراكز .

#### التوصية الثالثة :

يقدر المؤتمر الجهود التى تبذلها جميع الدول العربية فى مجال تدريس المواد العلمية فى التعليم العام ، ويرى وجوب إعطاء مزيد من الإهتمام لتحسين نوعية الإعداد العلمى فى جميع مدارس التعليم العام نظراً لأهميته سواء لإعداد المواطن

العربية على أن يرصد له اعتماداً مالياً كافياً يمكنه من القيام برسائله العلمية والقومية الجليلة فى مجالس التعريب والترجمة العلمية . على أن يتطور هذا الاتحاد فى المستقبل ليصبح مجعاً لغوياً عربياً مركزياً وتصبح الجامعات الأخرى فى البلاد العربية فروعاً له .

٤ - ارتباط المكتب الدائم لتنسيق التعريب فى الوطن العربى بالرباط باتحاد الجامع وفقاً لترتيب خاص يمنع الازدواج فى العمل والتكرار فى الجهد .

٥ - حث الحكومات العربية التى لا توجد فى بلادها مجامع على تأسيس مجامع لغوية ، تكون رسالتها العمل فى نطاق القطر نفسه على قيام نهضة لغوية فكرية بشقى الوسائل وتكون فى الوقت نفسه شعباً لاتحاد الجامع ودعامة له فى عمله .

٦ - تأسيس الجمعيات العلمية لمختلف فروع العلم فى كل بلد عربى لتكون عوناً للجامعات والجامع واتحاديهما والاتحاد العلمى العربى فى النهوض بالتعريب والترجمة العلمية .

٧ - بذل مزيد من العناية باللغات الأجنبيةة فى التعليم الإعدادى والثانوى والجامعى ، والعمل على رفع مستواها للاستفادة بها فى نشر البحوث العلمية العربية على الصعيد العالمى .

#### التوصية الثانية :

لما كان المؤتمر يدرك أن المعركة التى تخوضها الأمة العربية هى معركة حضارية فى المقام الأول وأن الأمة العربية فى حاجة إلى تقدم حضارى يستفيد من العلم مضموناً وأسلوباً فى تدعيم الجبهة العربية ، ولما كان المؤتمر يرى أن التفاعل بين الحركة العلمية والتطور الصناعى والإنتاجى أمر ضرورى للنهوض بها جميعاً ، يوصى بما يلى :

القادر على مواجهة مشكلات مجتمعة والمساهمة في حلها أو لإعداد العلميين المتخصصين .

ولذلك يوصى المؤتمر بما يلي :

١ — العناية أثناء تدريس العلوم في المرحلة الأولى بالدراسات التطبيقية على الطبيعة ، أى أن تقرن عملية التعليم بالمشاهدة ما أمكن ذلك وأن تمنح المبادرة الفردية واكتساب بعض المهارات العلمية بحيث يمكن تنمية الشخصية العلمية المزودة ببعض المعارف العلمية الأساسية

٢ — إعادة صياغة المناهج العلمية بحيث تهتم بأساسيات المعرفة العلمية دون ازدحامها بالتفاصيل على أن تجري عملية متابعة وتقويم لهذه المناهج باستمرار في ما تسفر عنه من نتائج وما يستجد من احتياجات تتشياً مع التطور العلمي الحديث .

٣ — تطوير أساليب التدريس ، وهذا يرتبط بإعداد المعلم القائم بالتدريس ، ولذلك فالمؤتمر يوصي بالاهتمام بإعداد المدرسين وتوفير الجو والظروف المناسبة لكي يقوم بدوره على أحسن وجه ، وذلك عن طريق تحسين ظروفه المادية والمعنوية وتزويده بوسائل التدريس اللازمة ومده باستمرار بالجديد في العلم وفي طرق التدريس وتنظيم الدورات التدريبية والتجديدية المناسبة .

٤ — الاهتمام بترجيح الإعداد العلمي بالإعداد الإنساني والقومى ، وبوجه خاص إيماناً بإعساس الطالب بالانتماء للوطن وإدراكه لمسئوليته تجاهه .

٥ — العناية بتدريس اللغة العربية باعتبار أن اللغة القومية هي الوسيلة المثلى للتعبير عن الأفكار العلمية وتبليغها بين أجزاء الوطن العربى . كما يؤكد ضرورة العناية بتدريس اللغات الأجنبية لأنها وسيلة هامة من وسائل تحصيل العلم .

٦ — العناية بالمدارس المهنية وزيادة عددها وتنوعها طبقاً لمتطلبات خطط التنمية على أن يرتفع مستوى الدراسة العلمية النظرية في هذه المدارس إلى ما لا يقل عن مستواه في المدارس العامة ، على أن يكون ذلك على حساب النواحي المهنية مع إتاحة الفرصة للمتخرج في هذه المدارس مواصلة دراسته في التعليم الفنى العالى إذا كان صالحاً لذلك ، على أن تراعى في قبول الطلاب في هذه المدارس الميل والكفاءة .

التوصية الرابعة :

يقدر المؤتمر الجهد الذى تبذله جميع الدول العربية في التوسع في التعليم الجامعى والعالى ، ويرى أن الوقت قد حان للاهتمام بنوعية الإعداد في هذه المرحلة بما يفي باحتياجات الأمة العربية . ولهذا يوصى بما يلي :

١ — أن تحدد كل دولة عربية أهداف التعليم الجامعى بصورة واضحة في ضوء احتياجاتها المحلية من عامين على مختلف أنواعهم ، أخذة في الاعتبار الحاجات القومية على نطاق الوطن العربى .

٢ — ولما كان تحديد التخصصات وأنواعها ومجالاتها أمراً يرتبط بخطط التنمية الوطنية والقومية ، فإن المؤتمر يوصى بأنه إذا لم تتوافر خطط للتنمية طويلة الأمد فيفضل أن تكون التخصصات عريضة تتيح للمتخرجين في الجامعة العمل في مجالات متنوعة بحيث يستطيعون سد حاجات مختلف القطاعات والمشروعات التى يتقرر إنشاؤها في المستقبل .

٣ — إعادة تنظيم الجامعات على أساس من الأقسام العلمية

٤ — تجنب الازدواج بين الإعداد الأكاديمي والإعداد التطبيقي ومراعاة الاحتياجات الفعلية للمجتمع .

٥ — زيادة الاهتمام بالعلوم الإنسانية والاجتماعية في المخططات التعليمية العملية .



٦ - لما كان توفير المختبرات والأجهزة العلمية والمكتبات يحتاج إلى نفقات كبيرة قد لا تتحملها الطاقات المحلية ، فإن المؤتمر يوصي بالتنسيق بين مراكز البحث والجامعات بحيث يستفاد من الإمكانيات الموجودة وذلك بإنشاء معامل ومكتبات مركزية وتوفير خدمات التوثيق العلمي .

٧ - توفير أعضاء هيئات التدريس اللازمين للقيام بأعباء التدريس بحيث تصل نسبة هيئة التدريس إلى الطلاب في أقرب وقت ممكن إلى النسب المقبولة عالمياً .

٨ - أن تتحمل الجامعات والمعاهد العليا مسئولياتها في متابعة النمو العلمي للخريجين عن طريق البرامج التدريبية ووسائل النشر والأعلام ومراكز خدمة الخريجين .

٩ - تشجيع أعضاء هيئات التدريس اللازمين للقيام بأعباء التدريس بحيث تصل نسبة هيئة التدريس إلى الطلاب في أقرب وقت ممكن إلى النسب المقبولة عالمياً .

١٠ - تشجيع الباحثين على متابعة تكوينهم العلمي بالانتساب إلى دراسات ودورات تدريبية لرفع مستواهم بشكل مستمر .

١١ - الاهتمام بتدريب الاختصاصيين في التوثيق والنشر العلمي .

١٢ - الاهتمام بتدريب الاختصاصيين في أعمال الإدارة العلمية والتخطيط العلمي .

#### التوصية السادسة :

١ - لما كانت أساليب البحث العلمي وأهدافه في الجامعات قد تختلف عنها في مؤسسات البحث العلمي الأخرى والتي ينبغي أن يرتبط العمل فيها بالاحتياجات التطبيقية لتنمية المجتمع ، فإن المؤتمر يوصي عند تقييم أداء العاملين العاملين في مجالات البحوث التطويرية والتطبيقية بالاعتماد

١ - لما كان خريج الجامعة يحتاج قبل قيامه بالبحث إلى تدريب خاص يكسبه المهارات الأساسية اللازمة للبحث فإن المؤتمر يوصي بإنشاء دراسات خاصة للخريجين الذين يدخلون ميدان البحث العلمي وتقويم عملهم فيها للتعرف على صلاحيتهم لمتابعة البحث العلمي .

٢ - تشجيع الربط بين بحوث الماجستير والدكتوراه وغيرها من البحوث الجامعية وبين احتياجات المجتمع ما أمكن ذلك .

٣ - يرى المؤتمر أن هناك حاجة إلى مزيد من الاهتمام بالدبلومات المهنية التطبيقية بحيث تتنوع وتأخذ صورة ذات طبيعة تطبيقية يقصد بها إعداد المتخصصين المهنيين إعداداً علمياً وعملياً للعمل في فروع التخصص التي يحتاجها المجتمع .

٤ - تشجيع الباحثين على متابعة تكوينهم العلمي بالانتساب إلى دراسات ودورات تدريبية لرفع مستواهم بشكل مستمر .

#### التوصية الخامسة :

١ - إن المؤتمر إذ يدرك أن أية نهضة علمية أصيلة تقوم أساساً على أكتاف مجموعة من الباحثين في المجالات المختلفة ، فادرين على تنشيط حركة البحث العلمي وربطها بالحركة الاجتماعية والاقتصادية ، فإنه يوجه النظر إلى ضرورة الاهتمام بإعدادهم وتوفير الظروف الملائمة لهم ، وفي هذا المجال يوصي بما يلي :

١ - لما كانت أساليب البحث العلمي وأهدافه في الجامعات قد تختلف عنها في مؤسسات البحث العلمي الأخرى والتي ينبغي أن يرتبط العمل فيها بالاحتياجات التطبيقية لتنمية المجتمع ، فإن المؤتمر يوصي عند تقييم أداء العاملين العاملين في مجالات البحوث التطويرية والتطبيقية بالاعتماد

— عزلة العلميين عن بعضهم البعض على الصعيدين المحلي والعربي وعدم اشتراكهم في وضع خطط التنمية في بلادهم .

— التركيب البيروقراطي لكثير من المؤسسات العلمية وطرق التوظيف فيها والتي أدت إلى وضع كثير من غير المناسبين في مسئوليات حساسة في ميدان العمل العلمي ومن ثم سلبية كثير من العلميين العائدين بعد تدريبهم وتأهيلهم في الخارج .

— القيود التي تفرض في بعض البلدان العربية على حرية العلميين في التفكير والعمل وعدم الاستقرار في مجالات العمل العلمي وهيئاته ، مما يضر باستمرارية العمل .

كما يوصى المؤتمر كل دولة عربية بالعمل على الاحتفاظ بالعلميين داخل الوطن ، وعلى حسن الاستفادة من طاقاتهم ، وعلى ترغيب من هاجر منهم في العودة ، وذلك بتوفير المناخ العلمي الملائم والمشجع عن طريق اتخاذ الإجراءات التالية :

١ — توفير الدخل المادي الكافي الذي يضمن تكريس كل جهود العلميين لواجباتهم العلمية مع وضع الحوافز المادية والمعنوية لهم .

٢ — رفع القيود على تحركات العلميين داخل الوطن العربي للأغراض العلمية وإعطاء العلماء العرب الأولوية في إشغال الشواغر في الوطن العربي ضمن برنامج المنظمات الدولية .

٣ — إنشاء مركز عربي لجمع بيانات عن احتياجات الوطن العربي من العلميين في حتمول التخصص المختلفة وكذلك جمع بيانات عن القوى العلمية العربية العاملة في الوطن العربي وخارجه ، وذلك من أجل التنسيق بين احتياجات الدول العربية المختلفة بما يضمن توزيعاً متكافئاً للعلميين واستغلال أكبر عدد ممكن منهم داخل الوطن العربي .

والعلميين من ذوي الاختصاصات العالية في عمليات التصميم والبحث . لذلك يوصى المؤتمر بما يلي :

١ — الاهتمام بإعداد ورعاية الفنيين والمعاونين في شئون البحث العلمي في قطاعاته المختلفة وخاصة الفئات التالية :

( أ ) المختصون بصيانة وإصلاح الأجهزة العلمية .  
( ب ) المختصون بأجهزة القياس الدقيق والتحليلات ومختلف التحضيرات العلمية .

( ج ) الفنيون المدربون على الأجهزة الألكترونية وأجهزة الصناعات الكيمائية والتعدينية وغيرها .

( د ) الفنيون في أعمال التصميم والتجارب نصف الصناعية .

( هـ ) الفنيون في أعمال الرسم والتصوير العلمي .  
( و ) الفنيون اللازمون للمعاونة في أعمال المكتبات والتوثيق والنشر العلمي .

ويجب أن يكون إعداد الفنيين متناسباً مع متطلبات العمل .

٢ — تشجيع الفنيين مادياً ومعنوياً وذلك بتحسين أوضاعهم المادية وتنمية الشعور بأن عمل الفنيين لا يقل أهمية عن الأعمال العلمية الأخرى .

٣ — أن يكون المشرفون على إعداد وتدريب الفنيين من مدرسين ومدرين من ذوي الخبرة الفنيين المتمرسين بمثل هذه الأعمال .

#### التوصية السابعة :

يوصى المؤتمر بأن تراجع كل دولة عربية الظروف التي تدفع العلميين العرب إلى الهجرة ، مثل :

— ضعف الدعم المادي للعمل العلمي وقلة دخل العلميين التي تصرفهم عن تكريس جهودهم للعمل العلمي المنتج .

إمكانياتها في خطط الإنماء والبحث العلمى ولاستكمال نواقصها وتمهيداً لاستحداث وحدات جديدة فى أماكن وميادين تعين على ضوء الحاجات الاقتصادية والاجتماعية والعلمية ، كما يوصى بأن يكون جمع هذه البيانات والإحصاءات مستمراً ، وأن تعمل إدارات الأمانة العامة للجامعة العربية ( الإدارة الثقافية - قسم العلوم والتكنولوجيا وغيرها ) على جمع هذه البيانات عن الدول العربية وتصنيفها ونشرها .

#### الترضية التاسعة :

يوصى المؤتمر بأن تعتمد كل دولة عربية إلى إنشاء هيئة مركزية على أعلى مستوى تتمتع بالاستقلال الإدارى والمالى وتكون مهمتها وضع السياسة العلمية الوطنية وتوجيه البحث العلمى وتنسيقه وتشجيعه وإعداد الباحثين والعلميين على ضوء خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية .

ويوصى المؤتمر بأن تنظم البلاد العربية مؤسسات البحث العلمى فيها على ضوء المسح الذى تجريه ، وهى تؤكد ضرورة وضع خطة علمية تستهدف التنسيق بين مختلف مراكز البحث بحيث تستفيد إلى أقصى حد من الإمكانيات العلمية المتوفرة وتوجيهها إلى تناول مواضيع البحث ذات الأهمية بالنسبة لحسن استغلال الموارد الطبيعية والتنمية الاقتصادية والاجتماعية . كما يوصى المؤتمر بأن تتوخى خطة إنشاء وتدعيم مراكز البحث تمكين هذه المراكز من تحقيق دورها في ميادين البحث الأساسى والتطبيقى والتكنولوجيا وفى إعداد المعلمين والباحثين الرئيسيين والمساعدين على السواء . وأن يتم توزيع البحوث على المؤسسات العلمية بحيث تأتى متكاملة فى خدمة المصلحة الإنمائية العامة وبحيث تتجنب التكرار والأزدواجية مع التأكيد على أهمية دور الجامعات فى البحث العلمى ، وبحيث يقوم البحث العلمى بدوره كجسر لنقل التكنولوجيا الحديثة إلى البلاد العربية .

٥ - مبادرة الدول العربية - إلى وضع خطط مشتركة تتخذ فيها مشكلاتها العلمية واحتياجاتها من العلميين وترصد لها الإمكانيات اللازمة لتنفيذ الخطة العربية المشتركة وحل ما يعترضها من عقبات .

٦ - متابعة القيام بدراسات ميدانية تهدف إلى التعرف على المشكلات التى تواجهها ويواجهها العلميون العرب داخل الوطن العربى ومسببات هجرتهم .

٦ - إعادة النظر فى مؤهلات العاملين فى مختلف الحقول الإنمائية فى البلاد العربية وشغل تلك الحقول بدوى المؤهلات العلمية القادرة المتخصصة .

٧ - مبادرة الهيئات العلمية إلى خلق مدارس البحث العلمى المرتبطة باحتياجات المجتمع كوسيلة لربط العلميين بمجتمعهم وللحفاظ على العلميين الذين يعودون إلى هذه الهيئات من الخارج ولتوضيح الدور الذى يجب أن يلعبه العمل العلمى فى بناء المجتمع العربى .

٨ - إنشاء صندوق عربى يتولى تنفيذ برنامج لتبادل العلماء العرب داخل الوطن العربى من جهة وبين المؤسسات العلمية العربية ونظيراتها فى الدول المتقدمة من جهة أخرى .

٩ - اتخاذ الإجراءات الضرورية للتخذ من خروج الطلبة العرب للدراسة الجامعية الأولى نخبة انضماهم فى المجتمعات الأجنبية التى يذهبون إليها .

#### الترضية العاشرة :

يوصى المؤتمر أن تقوم بكل دولة عربية بالعمل على تحقيق ميسر شامل وكامل لمؤسسات البحث فيها وذلك من حيث تركيبها وأماكنها وتجهيزاتها وقدراتها والعاملين فيها ( مؤهلاتهم وخبراتهم ) وتمويلها والجهات التى تتبعها ومواقع اختصاصاتها ونشاطها وذلك تمهيداً للاستفادة منها



## التوصية العاشرة :

إن التنسيق بين جهود الدول العربية في المجال العلمي ضرورة ملحة لتحقيق أهدافها القومية وعبور فجوة التخلف ، خاصة أن المشكلات التي تواجهها هذه الدول في حقول التنمية الاقتصادية والاجتماعية تتشابه موضوعياً ، مما يحتم عليها أن تتعاون وأن تنسق جهودها لحاقاً بالتقدم العلمي والتكنولوجي المعاصر ، خاصة أن التحديات الراهنة والمقبلة التي تواجه وستواجه الأمة العربية قد وصلت إلى مرحلة بالغة الخطورة ، وأن عناصر التقدم العلمي من موارد بشرية وإمكانات مادية وطبيعية ليست موزعة بشكل متوازن على رقعة الوطن العربي .

لذلك يؤكد المؤتمر أهمية التعاون العربي في حقول البحث العلمي ، وضرورة التنسيق والتوثيق وتبادل الخبرات والمعرفة ، ويوصي بما يلي :

أولاً : أن يبادر المعلمون في مختلف الحقول أينما وجدوا في الوطن العربي إلى إنشاء جمعيات علمية عربية تضم الإخصائيين في الحقول العلمية المترابطة والمتداخلة في جميع البلدان العربية .

وعلى سبيل المثال تنشأ الجمعيات الآتية :

(أ) جمعية العلوم الرياضية والفيزيائية .

(ب) جمعية العلوم البيولوجية .

(ج) جمعية العلوم الكيميائية والجيولوجية .

(د) جمعية العلوم الهندسية .

(هـ) جمعية العلوم الطبية .

(و) جمعية العلوم الزراعية .

(ز) جمعية العلوم الاجتماعية .

(ح) جمعية العلوم الادارية .

(ط) جمعية العلوم الاقتصادية .

على أن تتضمن مهام هذه الجمعيات إصدار دوريات علمية لنشر البحوث على مستوى الوطن العربي وعقد المؤتمرات العلمية الدورية .

ثانياً : أن يقوم اتحاد الجامعات العربية - وهو إطار مناسب للتنسيق العلمي بين الجامعات العربية - بدور أكبر فعالية في هذا المجال . ويحتاج ذلك إلى :

١ - مزيد من الدعم المادي من الجامعات والحكومات العربية .

٢ - توسيع قاعدة المؤتمر العام لاتحاد الجامعات ليشمل ممثلين لأعضاء هيئة التدريس من غير أعضاء مجالس الجامعات ومن مختلف التخصصات العلمية ، وعلى أن يعقد المؤتمر العام للاتحاد مرة كل عام .

٣ - تنشيط عمل لجان الإتحاد الفنية وإشراك أكبر عدد ممكن من أعضاء هيئة التدريس الراغبين والقادرين على المساهمة فيها .

٤ - عقد مؤتمرات دورية تمثل أقسام التخصص في كل جامعة لتنسيق شئونها العلمية والتعليمية .

٥ - عقد حلقات دراسية لبحث المشكلات التي تواجه التعليم الجامعي في الوطن العربي مع الاهتمام بوجه خاص في المراحل القادمة بالموضوعات الآتية :

(أ) مركزة الأقسام العلمية وخصوصاً البحوث منها نظراً لتداخل فروع العلم المتقاربة ولتجنب مثرة الإمكانات .

(ب) التنسيق فيما بين الأقسام التخصصية في الجامعات المختلفة لتوزيع اهتماماتها في مجال البحوث والدراسات العليا وتوزيعها بحيث تصبح متكاملة ومتفاعلة .

## التوصية الحادية عشرة :

ينوه المؤتمر بأهمية التعاون العربى فى مجال البحوث العلمية والمراكز الإقليمية المشتركة (من أمثال مركز النظائر المشعة والمركز الإقليمى العربى لدراسات المناطق الجافة والأراضى القاحلة ومراكز البحوث التى أقرها مركز التنمية الصناعية التابع للجامعة العربية) ، وبالنشاط الذى تقوم به على نطاق الوطن العربى وينوه بأهمية « المجلس العربى المشترك للطاقة الذرية » الذى قرر إنشاءه مؤتمر القمة الثانى .

ويوصى بأن يكون إنشاء مراكز البحوث الإقليمية مرتبطاً بموضوعات علمية تهتم الوطن العربى والتنمية الاقتصادية فيه .

## التوصية الثانية عشرة :

نظراً لأن نتائج البحوث العلمية أصبحت تنشر فى العالم فى ملايين من التقارير العلمية بعشرات اللغات ، فقد أصبح التوثيق العلمى من أهم الأمور التى يجب أن تغنى بها مؤسسات البحث العلمى ، ويعتمد التوثيق العلمى الكامل اليوم على أجهزة حديثة بالغة النفقة لذلك يوصى المؤتمر بأن تتعاون البلاد العربية على إنشاء مركز للتوثيق العلمى يستخدم الوسائل والأجهزة الحديثة ويكون فى خدمة البحث العلمى على الصعيد العربى كله .

## التوصية الثالثة عشرة :

يوصى المؤتمر بإنشاء وتنظيم جهاز براءات الاختراع فى كل دولة عربية ، على أن يكون الجهاز أداة استقبال أسرار التكنولوجيا المرفقة بطلبات براءات الاختراع ، وأداة إرسال تلك الوثائق إلى مراكز البحث العلمى والجامعات والمصانع ، وأداة متابعة تعميم تطبيق أحدث الاختراعات فى الصناعات الرئيسية . على أن تتبع إدارة براءات الاختراع الجهاز العلمى المركزى فى الدولة ، وأن

(ج) إعداد ونشر دليل سنوى لأعضاء هيئة التدريس والعاملين فى الجامعات العربية فى مختلف حقول التدريس .

(د) التنسيق بين الجامعات العربية فى مجال المشاركة العربية فى المؤتمرات العلمية والدولية وتنظيم الاستفادة منها .

(هـ) إعداد دراسة تستهدف وضع معدلات سليمة لتكلفة تعليم وتأهيل الطالب فى مراحل التعليم العام والتعليم الجامعى .

ثالثاً : إنشاء مجلس علمى عربى يضم البلاد العربية وتكون من بين مهامه الأمور التالية :

- ١ - إنشاء وإدارة مراكز البحوث الإقليمية .
- ٢ - إنشاء وإدارة مراكز الخدمات العلمية الإقليمية .
- ٣ - إنشاء وإدارة مراكز إقليمية لتدريب الفنيين العلميين .
- ٤ - إنشاء وإدارة مركز للتوثيق العلمى .
- ٥ - إنشاء مركز يتابع تطور الحركة العلمية لدى العدو واستعمال العلم فى جميع مجالات حياته .
- ٦ - دعم البحث العلمى عن طريق تقديم المنح للباحثين حيثما كانوا فى الوطن العربى .
- ٧ - تبسيط العلوم ونشر الثقافة العلمية باللغة العربية لمختلف فئات الشعب .

ويرى المؤتمر أن يستفيد هذا المجلس ما أمكن مما هو متوفر من مؤسسات عملية تقوم الآن فى البلدان العربية وذلك إما بتقويتها أو بالحاق أقسام للخدمات والبحث فيها . ويرى المؤتمر كمدخل لتحقيق ذلك أن تبادر الأمانة العامة لجامعة الدول العربية ( قسم العلوم والتكنولوجيا ) إلى دعوة عدد من العلماء الأكفاء فى الوطن العربى لوضع مشروع نظام هذا المجلس وعرضه على مجلس الجامعة فى أول اجتماع مقبل له .

رئيسي في مواجهة متطلبات المعركة المستمرة مع الامبريالية وقاعدتها الصهيونية وهو دور لن يتحقق إلا باتخاذ التدابير اللازمة على المستوى الوطني وعلى المستوى القومي فإن المؤتمر يوصي بما يلي :

١ — ضرورة وضع سياسة عامة للاعداد العلمى تنبثق من واقع الوطن العربى وتكون على مستوى التحديات التى تواجهه عسكرياً واقتصادياً وحضارياً ، وتحقق متطلباته واحتياجاته فى ضوء خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والتعبئة العسكرية .

٢ — الإسراع بإجراء الدراسات الخاصة بالعدو وطاقاته وإمكانياته وسياساته العلمية ، والطرق التى يتبعها فى المجالات السياسية ، والاقتصادية ، والعسكرية ، والعلمية والتكنولوجية ، وإجراء دراسات عن طاقاتنا العربية التى يجب حشدها من أجل المواجهة الحالية والمستقبلية مع العدو . وفى هذا المجال أيضاً يشير المؤتمر إلى أهمية الاستعانة بمحققين علميين يتم تعيينهم فى الدول المختلفة لجمع المعلومات العلمية .

٣ — تنظيم برامج ثقافية عامة ومناهج دراسية فى التعليم العام والجامعى تناول عدونا ، وطاقاته وطرق مواجهته والتعريف كذلك بالإنجازات العربية .

٤ — الاهتمام بالدراسات ، التى تهدف إلى رفع مستوى العلوم ذات التطبيقات العسكرية فى الجامعات ، والمعاهد الفنية العالية .

٥ — إنشاء معاهد تكنولوجية متخصصة أو إضافة فروع للمعاهد القائمة تختص بالدراسات والبحوث ذات الصلة بالعمل العسكرى وفى هذا المجال ، يوصى المؤتمر الدول العربية التى توجد بها نواة لمثل هذه المعاهد أن تضعها فى خدمة العمل العربى الشامل بغرض تنميتها لتحقيق أهداف نضالنا القومى .

يتمتع الجهاز بكيان ذاتى . ويتمين أن يتضمن جهاز براءات الاختراع فضلاً عن الإدارة التقليدية التى تختص بالاجراءات والتسجيل ، إدارة تكنولوجية واقتصادية ، وإدارة وثائق وأعلام ، وإدارة أبحاث قانونية وعلاقات دولية .

ويوصى المؤتمر البلاد العربية بالعمل على إعداد فئة من العلميين والقانونيين والاقتصاديين وإخصائى الوثائق والمكتبات متخصص علمياً وعملاً فى براءات الاختراع والملكية الصناعية .

#### التوصية الرابعة عشرة :

يوصى المؤتمر بالتعاون بين الدول العربية فى مجال الملكية الصناعية بتشكوين مركز للملكية الصناعية ووثائق براءات الاختراع . ويختص المركز بالعمل على تنسيق تشريعات الملكية الصناعية فى الدول العربية وتوجيه حركة التشريع لتحقيق مصالح الدول العربية وحماية حقوق المخترعين العرب كما يختص بالقيام بالأبحاث الخاصة بالاتفاقيات الدولية فى الملكية الصناعية وأعمال وثائق براءات الاختراع ونشر هذه الوثائق .

#### التوصية الخامسة عشرة :

يوصى المؤتمر بأن تخصص كل دولة عربية للبحث العلمى ما لا يقل عن الواحد بالمائة من الدخل القومى العام على أن ترتفع هذه النسبة إلى اثنين بالمائة فى ظرف ثلاثة أعوام ، ويكون توزيع اعتمادات هذه التخصصات مرتبطاً بخطة البحث العلمى التى تنبثق من خطة التنمية الاقتصادية والاجتماعية .

#### التوصية السادسة عشرة :

لما كان الإعداد العلمى يحتاج إلى وحدة فكر وعمل بين جميع الأجهزة المسئولة عنه ، ولما كان هذا الإعداد يتم ضمن إطار اجتماعى يوجهه نحو غاياته المرجوة ، ولما كان للعلم دور



قدرات البحث العلمى لإنتاج أسلحة مناسبة بموارد متاحة داخل الوطن العربى ، هذا إلى جانب تدريب أبناء الأمة العربية على المهارات العربية والإدارية المناسبة .

٨ — يناشد المؤتمر أجهزة الإعلام فى الوطن العربى إعطاء مزيد من الاهتمام لنشر الوعى العسكرى العلمى حتى يكون جميع أفراد الأمة العربية على مستوى متطلبات المعركة سواء بالنسبة للعمل العسكرى المباشر أو بالنسبة لوسائل الدفاع المدنى .

٦ — الاهتمام بإيجاد جهاز من العلماء المتخصصين ضمن القيادة العسكرية لكل دولة عربية ، فى إطار الدفاع المشترك . ويكون هذا الجهاز مسئولاً عن تقديم معوناته ، بشأن وضع العلم وأجهزته وبحوثه فى خدمة العمل العسكرى .

٧ — تعبئة جميع الطاقات العلمية العربية الموجودة فى الوطن العربى وخارجه لتوجيهها نحو خدمه متطلبات المعركة الحالىة . وفى هذا المجال يشير المؤتمر بصفة خاصة إلى توجيه





## EDITING COMMITTEE

Prof. Dr. AHMED A. EL-ERIAN

*Editor in Chief*

Prof. Dr. OSSAMA EL-KHOLY

Eng. EZZ EL-DIN FARAG

Prof. Dr. MOHAMED FAHIM SAKR

Eng. MEDHAT EL-ALAYLY

Prof. Dr. YAHIA M. EL-AGAMAWI

}  
|  
|  
|  
|  
|  
}

*Editors*

Eng. IBRAHIM ASSAF

*Treasurer*



## **INFORMATION**

- The editors welcome for publication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretariat at the address of the Engineering Society at Cairo.

## **SUBSCRIPTIONS**

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T. 60 per annum.

Subscription for others P.T. 200 per annum.

## **HEAD OFFICE**

Egyptian Society of Engineers,

28, Ramses Avenue, Cairo.

Tel. 52106

## **ADVERTISEMENTS**

*Sole agents for advertisements appearing in this periodical :*

Moassasset Misr for Printing and Publication,

19, Str., Souk El Tawfikieh, Cairo.

Tel. 72192

**JOURNAL OF  
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS  
U.A.R.**

**QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS**

ISSUED BY

**THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS—U.A.R., CAIRO**

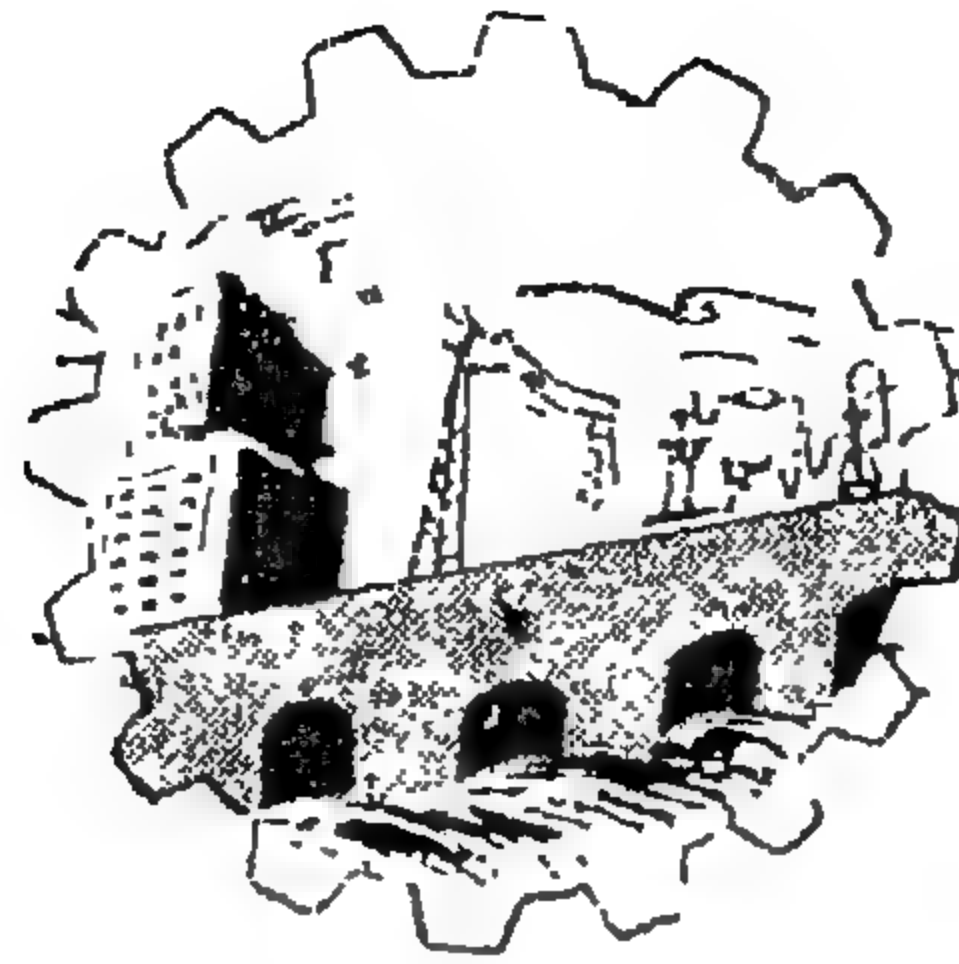
Vol. IX — No. 2 April-May-June 1970.

**C O N T E N T S**

	<i>Page</i>
Editorial .....	7
Working papers submitted to the conference .....	9
Working papers submitted to the conference .....	18
Working papers submitted to the conference .....	25
The Scientific climate Required in Arab Society. Prof. Dr. M.K. HUSSEIN .....	30
Scientific Preparation in the face of Zionist Challenges Dr. S. MANSOUR .....	40
Scientific Preparation of students at University level Prof Dr. A.A. EL-ERIAN .....	49
Brain Drain from the Arab World Dr. M. ADISSICHLA .....	81
Preparation of Technicians in supporting Scientific Organisations Prof. Dr. M.M. HASSAN, Prof. Dr. S.R. HADDARA .....	101
Preparation of Technicians in supporting Scientific Organisations, Prof. Dr. Eng. M.H. SHALTOOT, Eng. M. Y. FARAG, Eng. M. A. I. EL- KHARDAGI .....	108
Coordination Between Arab countries in the Scientific Field Dr. S. KASSEM .....	116
Methods of Retaining Scientists in Arab Countries. Prof. Dr. M.H. TOLBA, Prof. Dr. O.A. EL- KHOLY. ....	122
On the Organisation of Scientific Research in the Arab World Dr. I. NAHHAAL .....	135
Translation into Arabic Prof. Eng. K. HAKKI .....	141
Recommendations of the Conference .....	153





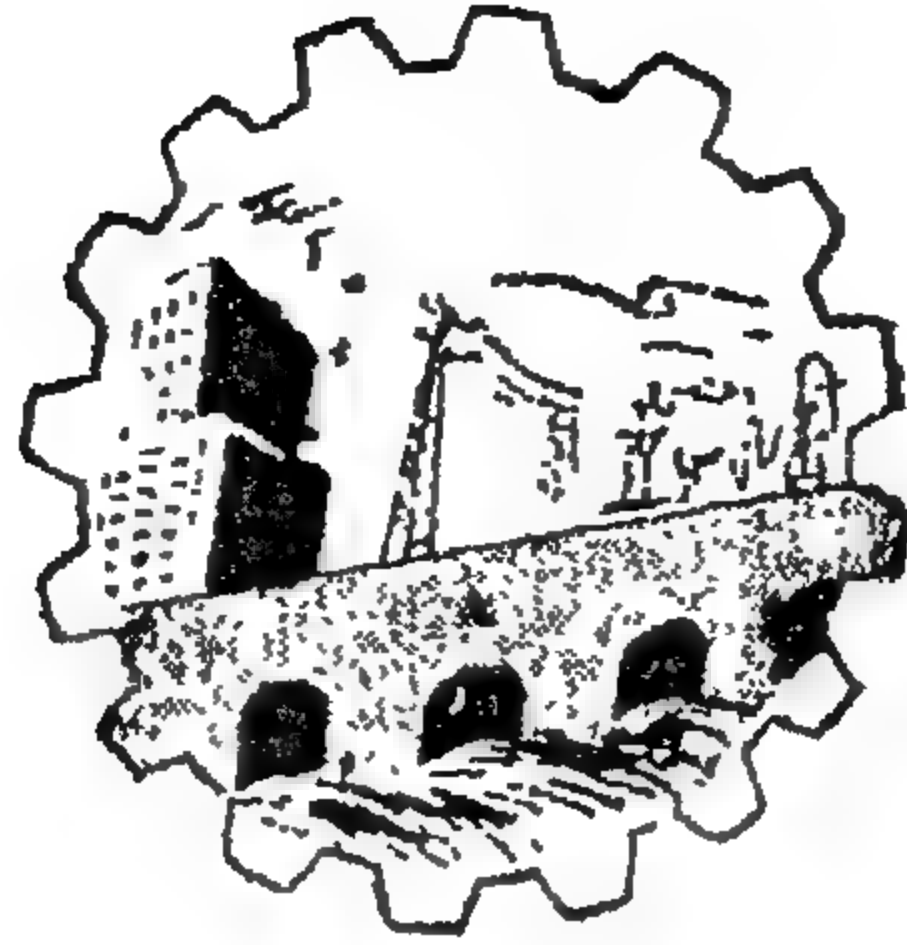


JOURNAL OF  
THE EGYPTIAN SOCIETY  
OF ENGINEERS  
U. A. R.

**April-May-June 1970**

**Vol. IX**

**No. 2**



مجلة

# جمعية الطهارة المصرية

---

العدد الثالث      المجلد التاسع      يوليو - أغسطس - سبتمبر ١٩٧٠

---

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية ١٩٧٠/٢٩٨





مجلة  
جمعية المهندسين  
المصرية

مجلة علمية هندسية - تصدرها كل ثلاث شهور  
جمعية المهندسين المصريين بالقاهرة

---

السنة التاسعة	المعد الثالث	يوليو - أغسطس - سبتمبر ١٩٧٠
---------------	--------------	-----------------------------

---

محتويات هذا العدد

القسم العربى

صفحة

تأثير القنابل والصواريخ على المنشآت - تصميم الأعمال الوقائية ... ... ... للمهندس عز الدين فرج ٧

القسم الأفرنجى

تحليل الألواح المقواة ... ... ... للدكتور المهندس فهمي محمود ٧

دراسة عن الكشف عن المفرقات عالية القوة ... ... ... للدكتور المهندس عصام متولى ٢٥

حركة الأجسام الدورانية في السرعات الفرط صوتية ... ... ... للدكتور محمد نبيه وجدى ٣٤

# بيانات

## مقدمة المجلة

### جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رياضي بالقاهرة

تليفون: ٥٢١٠٦

- جميع أعضاء جمعية المهندسين مشتركون في المجلة بحكم عضويتهم
- الاشتراك السنوي لغير الأعضاء: ٦٠ للمهندسين ، ١٠٠ للهيئات
- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بجمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
- ترهب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية وأي تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسؤولة عن الآراء التي تنشر بها وتعتبر عن رأي كاتبها فقط.

الإعلانات

مؤسسة مطر للطباعة والنشر

القاهرة : ١٩ شارع سوق التوفيقية تليفون : ٥٩١٠٩

## لجنة التحرير

رئيس التحرير الأستاذ الدكتور أحمد علي العريان

الأستاذ الدكتور	أسامة الخولي	} أمناء التحرير
المهندس	عزالدين فرج	
الأستاذ الدكتور	محمد فهميم صقر	
المهندس	مدحت العاليلي	
الأستاذ الدكتور	يحيى العجماوي	

أمين الصندوق المهندس ابراهيم عساف





تأثير القنابل والصواريخ على المنشآت

# تصميم الأعمال الوقائية

للمهندس عز الدين فرح

ويصرف عليه ما ن تستهلك من أحله مواد ثم لا يحقق بعد هذا غاية ولا أملاً .

وما دمنا بصدد عرض لما مر به هذا العلم من دراسات كمقدمة لموضوعنا فنختار على سبيل المثال مرحلة البحث الأمريكي في هذا المجال كسطور للعرض التاريخي حتى نؤمن جميعاً بأن الموضوع الوقائي ليس مجرد الاحتياطات الخاصة باطفاء الأنوار وصفارات الإنذار فهذه وغيرها وسائل أمن وإنذار ، أما الوقاية فهي علم هندسي وبحث خاص كما أسلفنا .

ويمكن تعريف علم تصميم المنشآت الوقائية بأنه العلم الذي يستهدف الوقاية ضد هجمات العدو بتصميم إنشاءات خاصة ويشمل بجانب الناحية التصميمية لدراسة المنشآت تحت تأثير أسلحة الهجوم على الانتشار والإنشاءات تحت الأرض وكذلك على الانشاءات والأعمال اللازمة للوقاية من السكائنات والأسلحة الكيميائية والبكتريولوجية والأسلحة التي تسبب الإشعاعات وأخطارها .

مرحلة الدراسات قبل وأثناء الحرب العالمية الثانية :  
نتيجة لتطور الأسلحة في هذه الفترة كان لابد من إيجاد خطوط علمية لدراسة الأعمال الوقائية وإنشاءاتها . ومن هنا

## الفصل الأول

### علم الأعمال الوقائية

القنبلة كسلاح من أسلحة الفتك والدمار كانت ولا تزال سلاحاً رهيباً متطوراً نوعاً ووزناً من قنبلة تقليدية لمختلف الأغراض التدميرية إلى القنبلة الذرية والهيدروجينية .

وكان لابد للعلم الهندسي أن يدبر وسائل للوقاية تعتمد على البحث والتجربة والرياضة . ومن ثم أدخل الباحثون علماً هندسياً جديداً اسمه ( تصميم المنشآت الوقائية ) ولهذا العلم فرع خاص من الهندسة خضع للدراسات في مختلف الدول ومر كغيره من العلوم بالعديد من البحوث من قبل الحرب العالمية الثانية وما بعدها حتى اليوم واشترك فيه أساتذة على أعلى درجات التخصص والذي أعجب له ولا زالت :  
لماذا لا يدرس هذا العلم في جامعاتنا ولو في فروع الدراسات الخاصة ؟

وعلى ضوء هذه المقدمة وما ستراه في هذا البحث نرجو ألا يكون الإفتاء في موضوعات الوقاية حيثما اتفق فتحدد أسماء وتبتكر آراء في مضمار هو وليد البحث العلمي والنظري والتجريبي . فإن مجرد الافتاء الخاطيء يشكل خطراً كبيراً لأنه يشكل شعوراً باطمئنان كاذب يستنفذ للاعداد له جهد

تجهيز نماذج وإعداد أبحاث المقذوفات بها وأسفرت هذه الأبحاث عن الأسس والمفاهيم الخاصة بعملية اختراق القنابل المنشآت وانفجاراتها بعد الاختراق . وبمرور الوقت امتصت هذه اللجنة — لجنة أبحاث الدفاع المدني — حيث تداخلت اللجنتان في واحدة .

وخلال هذه الفترة أمكن الحصول على تجارب عملية فعلية من واقع الميادين خاصة تلك التي وصلت من إنجلترا عن طريق الملحق العسكري بلندن وكذلك عن طريق المخابرات الأمريكية . ثم أعقب الاطلاع على هذه البيانات زيارات لإنجلترا لدراسة تأثير القنابل على الطبيعة ومقارنة الواقع بالدراسات الأكاديمية .

ويهمنى هنا أن أبرز أن البريطانيين قد اهتموا خلال الحرب بتسجيل تأثير القنابل على كافة أنواع المنشآت المعدنية والخرسانية وغيرها من منازل ومصانع وكبارى ، وسجلوا في جداول دقيقة وبرسومات توضيحية وبصور فوتوغرافية كل الظواهر من الناحية العملية بدقة تدعو للاطمئنان .

وبالإضافة إلى هذا كله استمر سلاح المهندسين في تعميق هذه الدراسات وما يلزم لها من مواد تسكيلية كالإخفاء ، ووقاية القواعد العسكرية ، والمنشآت الصناعية ومحطات القوى ، ومساكن الحكومة ، ووسائل الإطفاء . وصرفت لهذه الأبحاث مبالغ وصلت إلى ٤٠ مليون دولار .

#### مرحلة الدراسات بعد الحرب العالمية الثانية :

وبعد الحرب العالمية الثانية اتسعت مجالات البحث الذي لا يزال مستمراً حتى اليوم ، وكانت مجالات النشاط بعد الحرب في البحوث التالية :

- ١ — تجارب عن القتال الذرية .
- ٢ — تجارب عن الانفجارات تحت الأرض .
- ٣ — عمليات اختراق القنابل للأجسام .
- ٤ — عمل دراسات على نماذج مصغرة لتوضيح كافة الظواهر المطلوب دراستها .
- ٥ — أبحاث عن القوى الديناميكية الناشئة من انفجار القنابل وتأثيرها على المنشآت .

ونحن نتحدث عن خطوات الدراسة الأمريكية على سبيل المثال : قام الإخصائيون في السلاح الجوي وسلاح المهمات وسلاح الكيمياء في مدينة ( إبردن ) وكذلك المعاهد العسكرية في ميرلاند — فورت ستورى — فيرجينيا وهذه المجموعة في كليفلورنيا — وكذلك مجموعات أخرى من المعاهد والجامعات ، كلها اشتركت في بحوث جماعية خاصة بالموضوعات التالية :

١ — تجارب عن تأثير القنابل — المنشآت الواقية من الشظايا — المخانيء الواقية من ضرب القنابل — المرافق ومدى تأثيرها من الضرب والوقاية اللازمة لها .

٢ — تجارب لبحث نتائج الاختراق والانفجار داخل بلاطات الخرسانة المسلحة .

٣ — تأثير الموجات الضاغطة الناشئة من انفجار القنابل .

٤ — تأثير الشظايا وتمزق الهواء الناشئين من انفجار القنبلة على أجزاء المباني المختلفة .

٥ — تجارب على الزيوت والكبروسين عند إعدادها للتدمير .

٦ — تجارب على المنازل المختلفة المصنوعة من هياكل إما خرسانية أو معدنية .

٧ — تجارب على مواد بديلة للزجاج .

٨ — تجارب على الانفجارات تحت الأرض .

وقام سلاح المهندسين الأمريكي الذي شارك في هذه البحوث بنشرها جميعاً خلال الحرب العالمية الثانية .

وفي يوليو سنة ١٩٤٠ شكلت لجنة للوقاية من القنابل تحت إشراف أكاديمية العلوم لمساعدة سلاح المهندسين في دراسة تأثير القنابل وفي تطوير تصميم المنشآت لمقاومة تأثير ضرب القنابل عليها . وهذه اللجنة أصبحت فيما بعد عام ١٩٤٣ لجنة تصميم الدفاعات وظلت تعمل تحت إشراف سلاح المهندسين في تصميم الدفاعات حتى أكتوبر عام ١٩٤٤ . وأنشئ لدراساتها معملًا خاصاً في جامعة برنستون حيث أمكن



أنشئ مبنى من عدة أدوار مكوناً من مواد مختلفة من الخرسانة والطوب بفتحات وبغير فتحات .

كما أنشئ مبنى آخر نصفه تحت الأرض والنصف الآخر فوقها ، وبالتعاون مع السلاح السكيمائى استخدم سلاح المهندسين أجهزة التهوية وترشيح الهواء من المواد المشعة في هذه المنشآت .

وبهذا خرجت النظريات التصميمية التى تحقق الوقاية .

## ٢ — الانفجارات تحت الأرض :

وكانت الأبحاث الخاصة بإيجاد الوقاية من الانفجارات بالإنشاءات تحت الأرض قد تمت بنجاح خلال الحرب العالمية الثانية . وكان لابد من معرفة ما إذا كانت هذه المنشآت فعالة أيضاً ضد القنابل الذرية وضد جميع أنواع الأسلحة الأخرى .

وكانت التجارب التى تمت لمعرفة مدى وقاية المنشآت الموجودة تحت الأرض قد تمت بتفجير عبوات من ( ن . ت ) زنة ١٠٠٠ رطل ومن ثم لم تكن كافية لمعرفة تأثيرات القنابل الأكبر عياراً . ومن ثم عملت مجموعة أخرى من الأبحاث :

— لمعرفة سمك الصخر الواقع من مختلف القنابل حق لا يصل تأثيرها للمناجم أو الاتفاق التى تعمل داخل الصخر .

لمعرفة أسس التصميم التى تحقق الوقاية للمنشآت الموجودة تحت الأرض لمقاومة تحريك التربة نتيجة انفجار القنابل بها .

— لمعرفة تأثير انفجار القنابل التى تنفجر بعد اختراقها التربة ومدى تأثير هذا الانفجار على المنشآت المقامة على سطح الأرض بعيداً عن الانفجار .

وتمت التجارب بعمل تفجيرات بعبوات وصل وزنها إلى ٢٣٠ ألف رطل وهو ما يعادل ١/٥ قنبلة ذرية ( من التى زنها ٢٠ كيلو طن ) وبالتالى يمكن أيضاً معرفة تأثير القنبلة الذرية الكاملة .

٦ — تأثير الانفجار وتمزق الهواء .

٧ — دراسة للمنشآت تحت الأرض .

٨ — دراسات عن تأثير السكيمات والبيولوجيات والرادىولوجيات .

٩ مجالات نشاط ودراسات أخرى تكملية .

ومن المناسب أن نشير باختصار إلى مضمون كل من هذه البحوث :

## ١ — عن القنابل الذرية :

كان لتأثير القنبلة الذرية التى ألقيت في نهاية الحرب العالمية الثانية وتأثير الضغط الناشئ عنها خواص جديدة دخلت في الفضية بتعقيدات جديدة تطلبت تطويراً في مفهوم المنشآت الوقائية وتصميمها .

ولهذا أجريت تجارب في بيكينى وأينوتوك عام ١٩٤٦ وكانت لهذا الغرض وحدات جديدة في سلاح المهندسين وهذه الوحدات سميت وحدات اختبار المنشآت . وقامت عام ١٩٤٨ بإنشاء أربعة منشآت خرسانية من الخبثاء المضادة لتأثير القنابل موزعة على مسافات مختلفة من نقطة الصفر أى من مركز القاء القنابل ووضع في اثنين من هذه الخبثاء وسائل التهوية التى أعدها السلاح السكيمائى بالجيش الأمريكى .

وبعد أن فُجرت قنبلة ذرية وتعرضت المنشآت لتأثيرها تم فحص هذه الخبثاء الأربعة لمعرفة ما أصابها من إزاحة من مكانها وما طرأ عليها من تشويه والتواءات وما أصابها من خسائر وما أصاب الأبواب الوقائية من تأثير الهبوب والضغط والتمزق الناشئ للهواء من الانفجار وما أصاب أجهزة التهوية ومدى فاعليتها .

وعلاوة على ذلك أنشئ جسر ترابى متماسك لمعرفة تأثيره على تقليل الضغط لما هو منشأ خلفه ، واستطاع سلاح المهندسين على ضوء هذه الأبحاث أن يخرج بالعديد من النتائج وأن يستمر في متابعة الدراسة على ضوء التجارب العملية التى أجريت في اينوتوك عام ١٩٥١ ولاستمرار البحث

## ٣ — اختراق القنابل :

خلال الحرب العالمية الثانية أمكن استنباط كافة القوانين والمعادلات الرياضية التي تحدد اختراق القنبلة للمواد المختلفة وفي عام ١٩٤٦ أرسلت لجنة من سلاح المهندسين إلى أوروبا لمشاهدة تأثير القنبلة الخارقة للخرسانة التي استخدمت ضد قواعد الغارات في ألمانيا .

كما أجريت تجارب مشتركة لدراسة موضوع الاختراق بمعرفة الأمريكان والانجليز باستخدام قنابل حتى ٢٥ ألف رطل نصف مدرعة وجربت على بلاطات من الخرسانة سمك ١٤ — ٢٣ قدم وذلك لاختبار المعادلات الرياضية التي أمكن التوصل إليها والتأكد من سلامة نتائجها .

كذلك لاختبار المعادلات الخاصة باختراق المواد غير الخرسانية كأنواع التربة المختلفة عملت تجارب باسقاط قنابل ١٦٠٠ رطل مدرعة ، ٢٠٠٠ رطل نصف مدرعة و ٢٠٠٠ رطل خدمة عمومية و ٢٥ ألف رطل نصف مدرعة من ارتفاعات ما بين ١٠ آلاف و ٣٠ ألف قدم على تربة مختلفة .

## ٤ - النماذج :

وعملت مجموعات من النماذج لعمل انفجارات تحت الأرض للخروج منها بنتائج تساعد على التصميم . وتمت تجارب النماذج تحت إشراف كبير المهندسين بمدرسة المناجم الأمريكية .

وكانت هذه النماذج تتم بكل دقة وعناية وعلى سبيل المثال عمل نموذج لنفق في قطاعات متعددة في مختلف الصخور ثم عملت عليه تجارب الانفجارات بفرقعات بنفس النسب ثم قورنت هذه التجارب بما أجراه معهد كلورادو للمناجم .

## ٥ - القوى الديناميكية

لا شك أن الانفجارات تولد قوى ديناميكية تؤثر على طريقة التصميم . من هنا وخاصة بعد انفجار القنبلة الذرية كان لابد من التعمق في دراسة القوى الميكانيكية الناشئة من الانفجار وتأثيرها .

لهذا عمل بحث في معهد التكنولوجيا في جامعة ماساشوسيتس عام ١٩٥٧ تحت إشراف سلاح المهندسين . وشمل هذا البحث الدراسة النظرية والعملية لتأثيرات القوى الديناميكية التي يستمر تأثيرها مدة طويلة من الزمن . وتطلبت التجارب العملية تصميم آلات توجه الضربات الديناميكية إلى الخرسانة المسلحة سواء كانت كرات أو بلاطات أو كرات على شكل صندوق أو هياكل أو عقود . الخ وكان الغرض من هذه التجارب دراسة عاملين :

الأول — مدى تأثير مكونات المنشأ بالقوى التي تعرض لها .

الثاني — دراسة مقاومة المواد تحت تأثير المعدلات السريعة من القوى التي تتعرض لها مادة المنشأ .

وكان الاهتمام بابرار التغيرات التي تطرأ على مكونات المنشأ وأجزائه وكذلك على مدى تحمل هذه المكونات عندما تتعرض للجهود في فترة المرونة Plastic Range أى قبل وصولها إلى Elastic Limit

## ٦ — تمزق الهواء :

عملت دراسات في جامعة ماسوشوسيتس للتكنولوجيا لدراسة تأثير ضغط الانفجار والرياح ذات السرعات العالية على الكبارى والجمالونات وكانت الأبحاث تتركز في دراسة حالات الانهيار للجمالونات ودرجات الانهيار وسرعات الرياح التي تسبب الانهيار .

## ٧ - المنشآت تحت الأرض :

على ضوء الدراسات التي تمت في هذا الصدد في الحرب العالمية الثانية وعلى ضوء الانفجار الذي حدث من تفجير القنابل الذرية كان لابد من تعميق الدراسة لمعرفة أنسب وسائل تصميم المنشآت الواقية تحت الأرض . وتطلب البحث دراسة وإحصاء جميع المآجم الموجودة في الولايات المتحدة عام ١٩٤٦ — ومن الدراسات أمكن معرفة أنسب المنشآت تحت الأرض وأصلحها لوقاية المهمات العسكرية الثمينة وما تتطلبه هذه المنشآت من تطوير وسائل ومعدات الحفر

وفروعا دراسية كاملة لدراسة تصميمات الأعمال الوقائية وحشد لهذه الدراسات بعض العلماء الاستشاريين ومنهم :

— دكتور ( روبرت هانسون ) قسم التكنولوجيا بجامعة ماساشوسيتس .

— بروفيسور ( كلفتون ) معهد المناجم بكولورادو .

— بروفيسور ( ناتان ) جامعة اللينوى .

— بروفيسور ( شارل نوريس ) قسم التكنولوجيا بجامعة ماساشوسيتس .

— بروفيسور ( ولبر ) قسم التكنولوجيا بجامعة ماساشوسيتس .

دكتور ( لامبسون ) قسم أبحاث التربة بباريدين .

— دكتور ( أوبرت ) أستاذ الطبيعة في معهد أبحاث المناجم .

### وفي الدول الأخرى :

وفي نفس الوقت تسابقت الدول الأخرى في دراسة تصميمات الأعمال الوقائية والتقت نظرياتها ونتائجها ورعا اختلافت المعادلات الرياضية لسكن النتائج كلها متقاربة وعلى سبيل الأمثلة الدراسات السويسرية والدراسات الروسية التي استفادت في بحث هذا الموضوع استفادة شائقة وأبنت بوسائل التعميم الخاصة بدراسة المنشآت الصغيرة ذات العرض ( البحر ) الضيق والأخرى ذات البحر العريض . ودراسة تصميم المنشآت تحت الماء لوقايتها من القنابل التي تنساقط عليها من الطائرات أو من دانات مدافع الاسطول والمعادن وصلابتها ومدى تأثير الضرب عليها مما يفيد في دراسة الكبارى المدنية . وهكذا مما لا تسع له المقدمة على أنه يمكننا أن نخلص بحقيقة هامة . . على جامعاتنا بالتعاون مع المعاهد الهندسية العسكرية دراسة هذا العلم بعمق ووعى فليست تصميمات اليوم قاصرة فقط على حياة السلام والعوامل التي تتحكم في التصميم وقت السلم تختلف عن تلك التي تحكمها حالة الحرب .

الميكانيكية ووسائل التغلب على مشاكل الحفر المتعددة التي برزت على ضوء الدراسة . وكذلك مشاكل الإضاءة والتهوية والرطوبة والحرارة التي تتواجد في هذه المنشآت .

### ٨ — الدراسة السكيمياوية — البيولوجية —

الراديو لوجية :

هذه الأساحة زادت من أعباء البحث عن الوقاية ومن هنا كان يماون سلاح المهندسين مع السلاح السكيمياوي في استخدام المرشحات والأجهزة التي تضاف للمنشآت وتجهز بها . كما كاف سلاح المهندسين يبحث تأثير هذه الأسلحة الثلاثة على مواد الإنشاء ، وكذلك البحث عن دهانات واقية ضدها وأخيراً البحث عن وسائل التطهير منها . وكان الاهتمام الأكبر في البحث مركزاً حول الدهانات الواقية وفي هذا تعاون سلاح المهندسين مع سلاح الكيمياء . كذلك كان الإهتمام بأبحاث التأثيرات الراديولوجية وآثار الإشعاعات محل دراسة مركزة في معامل البحث الراديولوجي في البحرية الأمريكية بالتعاون مع سلاح المهندسين .

وكانت كل هذه الدراسات تشتمل على ما يأتي :

( ١ ) تقييم نوعيات التفجير النووي وتأثيراته على المنشآت والمواد والمعدات وأنواع التربة المختلفة .

( ب ) دراسة التلوث ووسائل التطهير منه لمختلف المواد والمعدات والإنشاءات .

( ج ) تحديد وسائل المقاومة لمواقف ذرية معينة .

### ٩ — دراسات أخرى :

على ضوء هذه المعلومات وبالمعاون مع الدفاع المدني وضمت تعليمات وكتيبات للوقاية ولأساليب الدفاع المدني . ومن هنا يتضح لنا ما سبق أن ذكرناه من أن تعليمات الدفاع المدني ووسائله مبنية على دراسات سابقة وعميقة ولا تقتصر على مجرد تصريحات أو آراء لا تتسم بالتطور مع تطور الأسلحة ومستلزماتها .

ومن هنا أنشأ سلاح المهندسين وحدات هندسية كاملة



## الوقاية السلبية :

تعرف الوقاية السلبية بأنها من نوع الدفاع الذى وضع تصميمه لتعطيل هجوم العدو برأ وبحراً وجواً وذلك بتصميم أعمال استراتيجية عملية دون الحاجة إلى عمليات هجومية منظمة وتشمل الوقاية السلبية عدة وسائل منها وسائل الإنذار من الغارات — وسائل التحكم فى شبكة المواصلات اللاسلكية . أعمال الإخفاء والتخويه — وسائل الوقاية — إنشاء الأعمال الوقائية — عمل الخبايا اللازمة للأفراد سواء كانت مانعة للاصابة من الغازات أم غير مانعة لها — الانتشار لكافة المرافق والمنشآت

والغرض من هذه الدراسة أن تكون مرشداً للمهندس الذى يدخل فى اختصاصاته ومسؤولياته مشكلة إنشاء الأعمال الوقائية ومشكلة وقاية للمنشآت الصناعية من الهجمات الجوية .

وتعطى المعلومات الواردة خبرة فى تصميم الأعمال الوقائية كما تعطيه الأسس التى يستطيع بها المهندس تقدير طاقة الغارات الجوية ومدى تأثيرها على منشآت معينة وكيفية عمل الوقاية اللازمة لتقليل الخسائر فى أقل نطاق ممكن . كما تؤدي أيضاً غرضاً ثانوياً هاماً إذ يمكننا بالمعلومات الواردة فيها التنبؤ بقيمة الخسائر التى تسببها القنابل على منشآت العدو — وتقدير قيمتها على وجه التقريب .

## المحتويات :

وهذه المعلومات بنيت على التقارير والمعلومات الفنية والخبرة فى عمل مختلف المنشآت الواقية كما بنيت على الدراسات الواسعة التى تناولتها الأبحاث المختلفة .

### الأسس التصميمية الوقائية :

إن أسس تصميم الأعمال الوقائية السلبية يجب أن تحقق أولاً مبدأ الوقاية وتقليل خسائر الغارات الجوية على المنشآت الحيوية إذ لا يمكن أبداً إهمال تأثير هذه الغارات مهما كانت وسائل الدفاع الإيجابى كافية .. ولا يدخل فى باب العمل الوقائى السلبى أية وسيلة من وسائل تحطيم المهاجم ولو أن عمل المنشآت على الأسس الواردة وما يتبع نحوها من إخفاء وانتشار يحقق هذه الغاية بطريق غير مباشر .

### وقاية الأفراد :

والأسس المتبعة هنا لوقاية الأفراد تكفى لإعطاء الفرد وقاية معقولة كما تمنحه الثقة اللازمة لمعنوياته . ويدخل فى اعتبارنا أيضاً كافة الأفراد الذين يساهمون فى التصنيع الخاص بالأغراض المختلفة — إذ يجب توفير وسائل الوقاية لهم فى أماكن قريبة من المصانع التى يعملون بها أثناء فترات الإنتاج .

( أ ) والمعلومات الواردة هنا تؤهل المهندس لعمل التقديرات اللازمة والأسس الإنشائية التى باتباعها يمكن تقليل آثار الضرب على المنشآت وبها المعلومات الكافية عن الأسلحة الهجومية وخواصها وتأثيرها ، كذلك المعلومات الكافية من مدى مقاومة المواد المختلفة . ورغم أن عمل المنشآت التى تقاوم القنابل مقاومة تامة لا تعد من ضمن الأعمال الوقائية السلبية . إلا أن هذه المعلومات تشمل أيضاً على أبحاث فى مدى قوة القنابل المختلفة على اختراق المنشآت وطريقة حساب الأسلاك التى تقاوم هذه القوة .

( ب ) والمعلومات الخاصة بالإخفاء والتخويه هنا تبحث من ناحية الوقاية السلبية فقط وبعبارة أخرى تكفى هذه المعلومات من أسس الإخفاء بما يكفى لتحقيق هذه الوقاية السلبية .

( ج ) والأسس التصميمية الواردة هنا تكفى لتقليل الخسائر فى المنشآت والأرواح سواء فى المنشآت المدنية أو العسكرية وقت الحرب .

على أن وسائل حماية هذه المواصلات محدودة جداً ، وتكاد تكون قاصرة على عمل خطوط تبادلية من الطرق وطرق السكك الحديدية ووسائل تبادلية لخطوط الاتصال وعمليات الصيانة . . . فهذه كلها ولا شك تقلل من التأخير الذي تسببه القنابل الضاربة .

### وقاية المرافق المختلفة

تعرض هذه المرافق الضرورية باستمرار للغارات . ومن ثم فمن الضروري عمل وقاية لها حتى يمكن أن يستمر الإنتاج في المصانع . وكأمثلة على هذا ضرورة وقاية وسائل الإمداد بالمياه ومكافحة الحريق التي تؤدي واجباً حيوياً خلال الغارات ، وما تسببه من حرائق .

ومن الوسائل الفعالة للوقاية عمليات الإمداد بالمياه وعمل خطوط مزدوجة بخزانات ومحولات ومفاتيح منفصلة ، وكذلك الإكثار من المحابس على خطوط المياه حتى يمكن عزلها متى انكسرت .

ويمكن لصيانة وسائل توزيع القوى ، أو خطوط المواصلات عمل الوسائل المنحنية في مدها مع تجهيز مراكز احتياطية لتشغيلها .

### مطالب الوقاية السلبية

#### أهمية المنشآت :

ليست كل المنشآت في حاجة إلى وقاية سلبية كما أن درجة احتياج ما يستحق منها هذه الوقاية تختلف باختلاف المنشأة ودرجة أهميته . ويحدد الموقف الاستراتيجي درجات هذه الأهمية وأهمية الأعمال الوقائية لها حتى يمكن تحقيق الأسس الاقتصادية المطلوبة .

#### أسس الوقاية :

ويجب أن توضع الأسس اللازمة للوقاية بحيث تتمشى مع موقع المنشأة أو المنشآت ، ومع الاعتبارات الاقتصادية لاختلاف وسائل الإنشاء والعوامل الرئيسية في هذه الأسس يمكن تلخيصها في الآتي :

كما يدخل أيضاً في الاعتبار وقاية الأفراد الآخرين الذين يساهمون بمختلف أنواع النشاط الإنتاجي وذلك بعمل اللازم لهم في مناطق عملهم .

ومن الأفراد الذين يتحتم عمل وقاية لهم هؤلاء الذين يعملون في مراكز المواصلات الخطية ، ومحطات القوى المختلفة وغيرهم من المكلفين بالخدمات الحيوية الضرورية حتى لا يتسبب تدخل العدو في تعطيل أعمالهم ، وبالتالي في شل هذه المراكز الحيوية ، وكذلك هؤلاء الأفراد الذين يشتركون في عمليات الدفاع الإيجابي كما يجب أن يحقق لهم عامل الوقاية بما لا يتعارض مع استخدامهم للأسلحة وإن كانت هذه الأعمال الوقائية اللازمة لهم كثيراً ما تكون أعمالاً مؤقتة تطابق خطة أعمال الدفاع الميدانية الموضوعة .

### وقاية المحطات الميكانيكية والمعدات :

أصبحت الحرب الحديثة اليوم تعتمد على المواد والمعدات التي تنتجها مختلف المصانع في دولة من الدول ، وبعبارة أخرى تعتمد على النظام الداخلي للدولة . ومن ثم فقد أصبحت وقاية هذه الصناعات ضرورة استراتيجية حتى لا يعطلها تدخل العدو الذي نجح في تعطيل المصانع ووسائل نقلها ، ووسائل الاتصال بينها وتسبب تعطيلها أثلاً في وصول المواد والإمدادات مما يجعل بالهزيمة في أقرب وقت مستطاع .

ولمنع تعطيل وصول الإمدادات أو تعطيل الإنتاج لختلف الصناعات نتيجة للغارات الجوية . . يجب وقاية الآلات والمعدات اللازمة لهذه الصناعات ، كما يجب العمل على نشر هذه المنشآت وإخفائها ومن ثم فتمتحدث الخسائر يستمر الإنتاج من المصانع الاحتياطية دون توقف في الوقت الذي يجري فيه إصلاح المصانع الأصلية .

### وقاية وسائل المواصلات :

إن وقاية وسائل المواصلات المختلفة من سكك حديدية ، وعربات وسفن أمر حيوي لما تؤديه من خدمات نحو الصناعات المختلفة ، فهي التي تنقل المواد الخام إلى المصانع وهي التي تعود بالمنتجات إلى مخازن الإمدادات العسكرية ،

الإنتاج . يجب أن تكون وسائل الإنذار بها متمشية مع خطة الدفاع العسكرى المحلية منعاً من تعطيل الإنتاج بلا مبرر .

ويمكن استخدام صفارات الإنذار المثبتة بالأسقف لهذا الغرض .

ومن الوسائل التى يمكن استخدامها السريينات والصفارات — وهذه الوسائل وإن كانت تخضع وتتمشى مع الخطة العامة للإنذار المحلى كما هو موضوع بواسطة الدفاع العسكرى المحلى . . إلا أنها يجب أيضاً أن يكون من الممكن استخدامها بمعرفة المصنع نفسه وأن يكون جميع الأفراد على علم بطريقة استخدامها .

#### مطالب أخرى :

يدخل عنصر الإخفاء والانتشار فى أى خطة وقائية سلبية ضد الهجوم الجوى ، وهذه الأسس الخاصة بالإخفاء ضرورية لما تسببه للطائرات المعيرة من تضليل يبعدها عن الهدف .

\* \* \*

( أ ) تتمشى هذه الأسس مع الخطة العامة للدولة .

( ب ) المطالب اللازمة لدرجة معينة من الوقاية يجب أن تشمل السمك اللازم من مختلف المواد المخفية ، والحوائط الواقية والملاجئ على أسس اقتصادية فى حدود الموارد المحلية .

( ج ) الوقاية من الحرائق يجب إنشاء حوائط واقية من النيران لمنع انتشار النيران ويجب أن تتخذ خطة هذه الحوائط مع خطة الحوائط الواقية من قوة تمزق الهواء (BLAST) مع مراعاة عمل وسائل إمداد إحتياطية للمياه بلوازمها من خزانات وطلسمات والإكثار من المحابس مما يفيد فى عزل الأجزاء المضروبة من الأنابيب والإستفادة بالمنحنيات الأخرى التى يجب الإكثار منها .

( د ) الوقاية من الغاز يجب مراعاة الوقاية من العناصر السكتانية وهذه يلزمها منشآت تحتوى على هواء بها ، ومجاميع وقائية قد تعمل أو لا تعمل بنظام خاص للتهوية .

( هـ ) وسائل التحذير وهى ضرورية لإنذار الأفراد من الهجوم الجوى ، وفى المناطق والمصانع التى تمتاز بكثرة



## الفصل الثاني

### أسلحة التدمير الحديثة

تشتمل الوسائل الحديثة للتدمير على ما يلي :

- ١ - الأسلحة الصغيرة .
- ٢ - المدفعية والمهاونات .
- ٣ - الطائرات .
- ٤ - الدبابات والمدافع ذاتية الحركة .
- ٥ - الأسلحة النووية والاسلحة الكيميائية .
- ٦ - الوسائل التي تعتمد على المفرقات .
- ٧ - الأسلحة البكتريولوجية .

وفي هذا العرض سنتحدث عن بعض الأسلحة التي تستخدم في منطقة القتال .

### الأسلحة الصغيرة :

وتشتمل البنادق والرشاشات الخفيفة والثقيلة وقاذفات الصواريخ . أي الأسلحة التي تتميز مرماها بالاستقامة ، وتسير طلقاتها في خط مستقيم ، كما يتميز بقصر المسافة من ( ٢٠٠ إلى ٦٠٠ أو ٨٠٠ متر ) .

وتأثير الطلقات العادية والطلقات الخارقة للدروع على التربة من ناحية الاختراق يكاد يكون متشابهاً . أما تأثيرها على المواد الأخرى كالحرسنة والطوب والأحجار والمعادن فإنه يختلف إذ يزداد تأثير الطلقات الخارقة للدروع عليها عن الطلقات العادية وعموماً يمكن القول أن نيران الرشاشات تعطى تأثيراً خارقاً ملحوظاً في الخرسانة والطوب وتختلف المواد في قدرة الطلقات على اختراقها من مادة لأخرى .

وفما يلي الأسماك الواقية من الشظايا والتي توفر الحماية من الطلقات العادية والطلقات الخارقة للدروع :

نوع الأرض	التربة المفككة	التربة المضغوطة
الأرض الزراعية	١٣٠ سم	٦٠ سم
الأرض الطفلية أو النصف رملية	١٢٠ سم	٥٠ سم
الأرض الرملية	١٠٠ سم	٤٠ سم

### المدفعية والمهاون :

تستطيع المدفعية بواسطة الضرب المباشر أن تدمر الأهداف ، ويستخدم في الضرب المباشر لإصابة الأهداف كالمنازل وغيرها على النحو الذي استخدم في منطقة القتال ، والمدافع والدبابات والمدافع المضادة للدبابات . وكلها تمتاز بأن سرعة داناتها سرعة ابتدائية عالية .

( الدانة هي الطلقة التي تطلقها هذه الأسلحة وهي تختلف في شكلها عن القنبلة التي تسقطها الطائرات ) .

والدانات التي تطلقها هذه الأسلحة تختلف بحسب الغرض منها ، وكما أشرنا إلى أنواع القتال المختلفة ، نشير هنا أيضاً إلى أنواع الدانات المختلفة .

### وسائل الضرب :

لا شك إذا استثنينا الصواريخ العصرية الموجهة بأنواعها أننا نجد أن أهم وسيلتين للاطلاق هما المدفع والمهاون ثم الطائرة .

( ١ ) فإذا تحدثنا عن الطائرة نجد أنها قد تطورت في نوعها وحولتها وسرعتها كما تطورت معها وسائل التبليغ عنها ووسائل الدفاع ضدها من طائرات أخرى أو مدافع وصواريخ مضادة للطائرات . وما يهمنا في هذا العرض أن الطائرة الحديثة تستطيع الوصول إلى هدفها وتوصيل الصاروخ أو القنبلة إلى الهدف بدقة . كذلك فإن الارتفاعات المنخفضة أفيد للطائرة في دقة الإصابة . لكن القنبلة التي تسقط من ارتفاع ، تنخفض أقل قدرة على اختراق المنشآت أو التربة من تلك التي تسقط من ارتفاع عال وذلك لأن الأخيرة تسكتسب سرعة اختراق كبيرة .

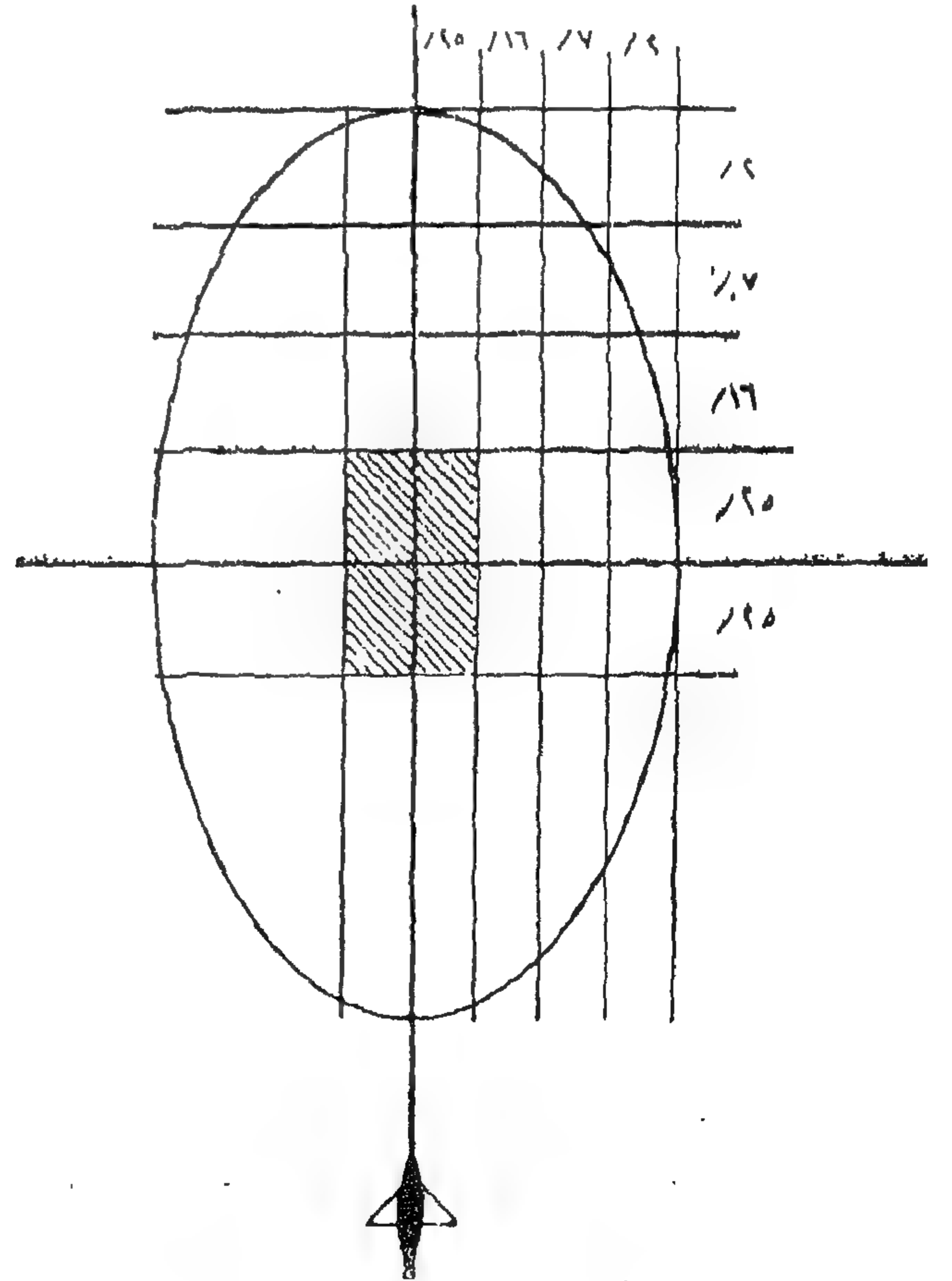
فعلى سبيل المثال طارت قاذفة قنابل بسرعة ٢٥٠ ميلا في الساعة ( ٣٧٠ قدم في ثانية ) وأفرغت حمولتها من القنابل من ارتفاع ٢٠٠٠ قدم فكانت سرعة اختراق القنبلة للتربة هي ٩٠٠ قدم في الثانية - وعندما ارتفعت الطائرة إلى ( ٢٥ ) ألف قدم كانت سرعة اختراق القنبلة للتربة هي ١٠٠٠ قدم في الثانية ومن ثم فإن القنبلة في الحالة الأخيرة تحترق التربة لمسافة أكبر وعندما تسقط الطائرة قنابلها من ارتفاع ١٠٠٠ متر أو أقل نجد أن غالبية القنابل تسقط في اتجاه الطيران وتكون منطقة انتشار القنابل على شكل بيضاوي ( قطع ناقص ) . انظر شكل رقم ( ١ ) .

وإذا نظرنا إلى المنطقة التي أسقطت فيها القنابل من ارتفاع صغير ( ١٠٠٠ متر أو أقل ) نجد أن ٥٠ ٪ من القنابل تسقط بجوار المركز في المنطقة المحددة بالخطين ( ١ - ١ ) . كما نجد أن ٥٠ ٪ من هذه أيضاً أي ٢٥ ٪ من مجموعة القنابل التي ألقيت من الطائرة تقع في الشرائح العرضية المحددة بالخطين ( ٢ - ٢ ) . ومن هنا نجد أن ٥٠ ٪ من القنابل يسقط في منطقة المستطيل وهذه هي أخطر المناطق .

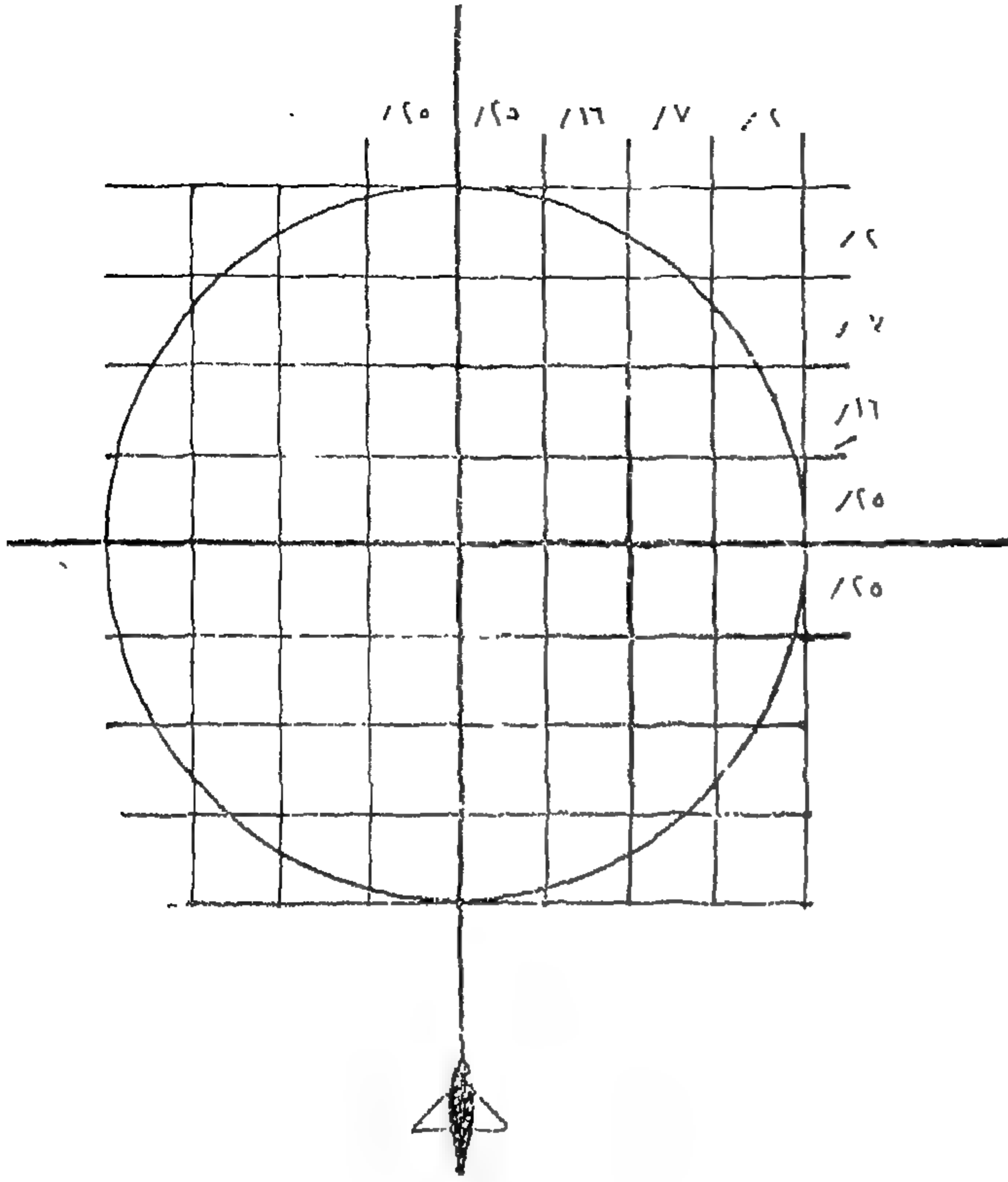
أما إذا كانت الطائرة على ارتفاع كبير من ١٠٠٠ متر فإن انتشار القنابل عندئذ في دائرة على النحو الموضح في شكل ( ٢ ) .

انظر شكل رقم ( ٢ ) .

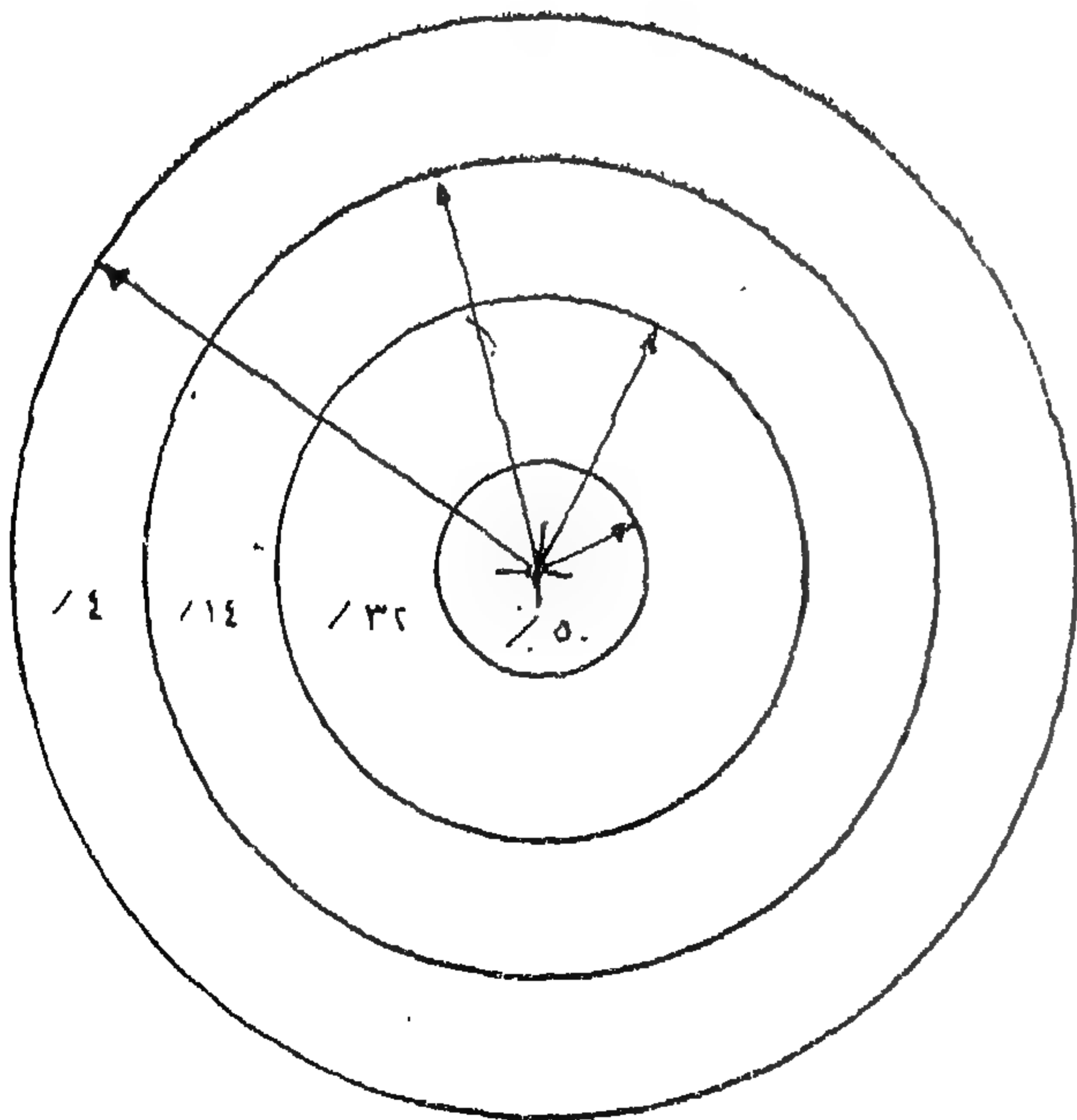
وقد أجريت تجربة ألقيت فيها ١٠٠ قنبلة من وزن خفيف من ارتفاع ٢٠٠٠ متر ( شكل رقم ٣ ) وكانت نتائجها تطابق ما سبق ذكره وجاءت النتائج كالآتي :



شكل رقم (١)



شكل رقم (٢)



شكل رقم (٣)

### الدانات ذات العبوات المجوفة :

وتحمل الدانة من هذا النوع عبوة مفرقات ذات شكل خاص من نوع العبوات المجوفة .

وهذا النوع يعد من أجود الأنواع للاختراق ، وانفجارها يحدث خطأ من الغازات في اتجاه الهدف ، وبالتالي يتم الاختراق في هذا الهدف بنجاح كبير ، ولكن حفرة الاختراق تكون صغيرة ، ونتيجة الاختراق أكبر من الأنواع التي تنفجر داخل الهدف .

### المهاونات :

ومسار داناتها يكون في منحني كبير ( ٤٥ درجة أو أكثر ) ولهذا فان سقوط الدانة يتم أيضاً بزاوية سقوط كبيرة ، ويستخدم للمهاونات الدانات ذات الشظايا ، أو الدانات ذات المفرقات الكبيرة ولكن قدرتها على الاختراق ضعيفة . نتيجة لصغر السرعة الابتدائية عند الانطلاق وتستخدم المهاونات عادة ضد الأفراد وأحياناً تستخدم ضد المنشآت الأفقية السطح ، والخاضع والحدائق ، ومن ثم يجب أن تصمم هذه بحيث تحقق الوقاية من انفجارها .

### تأثير الدانات :

عندما تصطدم الدانة بمنشأ ما فإنه يحدث منها التأثيرات التالية :

- تأثير من صدمة الدانة نفسها .
- تأثير من عبوة المفرقات بها .
- تأثير من الشظايا المتطايرة من الانفجار .
- تأثير من موجة الضغط الناشئة من الانفجار .

وعندما تتطاير الشظايا فان جزء منها يتطاير في مسار مستقيم . وجزءا منها يتطاير في منحني حاد يتساقط رأسياً .

ولهذا فلو وقاية من الشظايا يلزم إنشاء سواتر رأسية من الجزء المتطاير في خط مستقيم ، وسواتر أفقية للوقاية من الجزء المتطاير في منحني حاد يسقط بعده رأسياً وليس للشظايا هذه كلها مقدرة كبيرة على اختراق السواتر ، ولهذا فإن السواتر اللازمة للوقاية من الطلقات الخاصة بالأسلحة

الدائرة الأولى قطرها ٨٠ مترا	والإصابة ٥٠ ٪
الدائرة الثانية قطرها ١٦٠ مترا	والإصابة ٣٢ ٪
الدائرة الثالثة قطرها ٢٤٠ مترا	والإصابة ١٤ ٪
الدائرة الرابعة قطرها ٣٢٠ مترا	والإصابة ٤ ٪

ولزيادة احتمال الإصابة فان المتبع هو الطيران الغاطس من ارتفاع لا يزيد عن ٣٠٠ — ٥٠٠ مترا . كما أن الطيران المنخفض دقته أكثر من الطيران الأفقي من ٢ — ٣ مرات .

ومسافة الأمن من المنشأ المعرض للضرب من ارتفاع متوسط وقنابل متوسطة العيار يتراوح بين ٣٠٠ — ٥٠٠ متر أى أنه إذا كان الفرد على بعد ٣٠٠ متر أو ٥٠٠ متر من مكان سقوط القنبلة فإنه يكون آمناً .

### ب) الدانات :

#### الدانات ذات الشظايا :

وهذه تنفجر بمجرد اصطدامها بالهدف ، وتستخدم عادة ضد الأفراد الموجودين بالعراء .

#### الدانات ذات المفرقات العالية :

وهذه تنفجر بعد اختراقها للهدف وتستخدم لتدمير المنشآت من الخشب أو التراب وتمتاز بسمك غلافها الذي يحتوى على المفرقات .

#### الدانات الخارقة للمخرسنة :

وهذه قادرة على اختراق الخرسانة المسلحة وغير المسلحة .

#### الدانات الخارقة للدروع :

ولها القدرة على اختراق المدرعات والمنشآت المعدنية المدرعة .

وكما نعلم أن القدرة على اختراق الدروع تتطلب زيادة سمك الغلاف وهذا على حساب تقليل كمية المفرقات .

#### الدانات ذات القلب السميك :

وهذه الدانات من نوع خاص خارق للدروع تحمل في داخلها قطعة من معدن صلب قوى وقطر هذه القطعة أو القلب أقل من عيار المدفع . وتمتاز هذه الدانات بأنها ذات سرعة ابتدائية عالية وبقدرتها الكبيرة على اختراق الدروع ولا يوجد بها عبوة مفرقات .



الصغيرة والسابق ذكرها تحقق الوقاية من شظايا قنابل الطائرات حتى وزن ١٠٠ كج .

أما عن تأثير الموجة الضاغطة الناشئة من الانفجار فهي تسبب تأثيراً على الأفراد والأغراض المختلفة ويختلف تأثير هذه الموجات على حسب قوة الموجة وبعدها عن الهدف. فإذا كان الهدف خلف سائر أو في حفرة فإن تأثير الموجة يقل أو ينعدم .

وإذا كان السائر قليل الأبعاد طولا وعرضاً فإنه يسمح بالتلاف الموجه حوله وبالتالي يكون تأثيرها شديداً .

أما إذا كان السائر كبير الأبعاد طولا وارتفاعاً فإن الموجة الضاغطة بانتقالها خلف السائر تجتاز مسافة طويلة تفقد خلالها الكثير من قدرتها وقوتها ، فتصل إلى ما خلفها في النهاية وهي ضعيفة ، وبالتالي فإن تأثيرها يكون بسيطاً .

وإذا ما غطى السائر أو دخل الفرد في حفرة مغطاة يكن التأثير أن ينعدم تماماً .

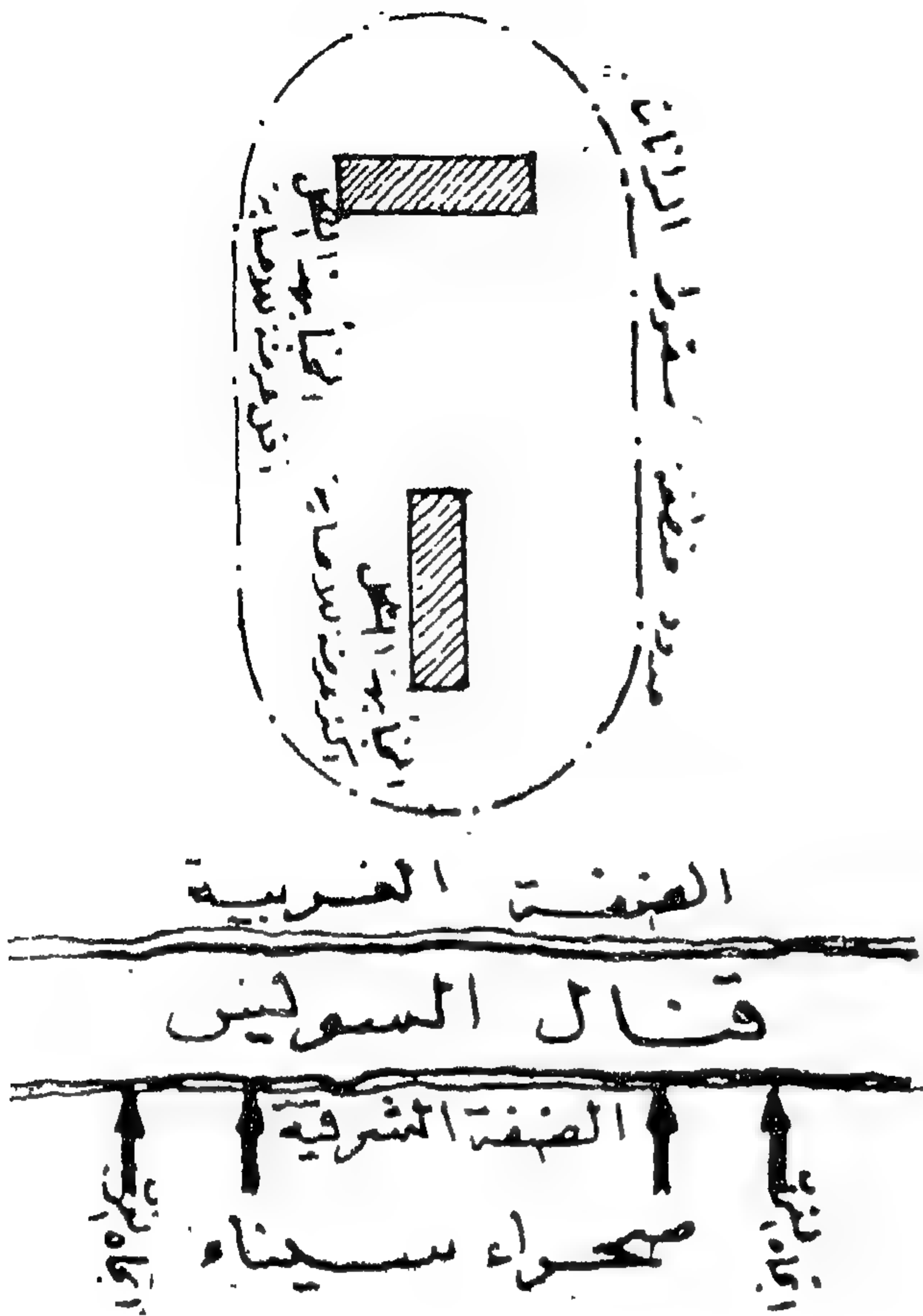
وكما كان غطاء السائر أو الحفر عمود مدرجة ساعد ذلك على سهولة مرور الموجة الضاغطة وانسيابها بما لا يؤثر على الغطاء حاد الديول فإن الموجة الضاغطة تصدم بالديول الحادة وتحدث عليه ضغطاً كبيراً قد ينزع الغطاء .

#### سقوط الدانات :

تسقط الدانات في شكل قطع ناقص أى في منطقة بيضاوية ضلعها الأكبر في اتجاه المدافع وضلعها الأصغر عمودى عليه .

ومن ثم يستحسن عمل الخنادق والخنايا بحيث يكون الضلع الأكبر فيها عموداً على اتجاه المدافع حتى تقل فرصة تعرضه للإصابة .

انظر شكل رقم (٤)



شكل رقم (٤)

#### وعن منطقة القنال :

الضرب الذى نشأ أخيراً في منطقة القنال من مدافع وهاونزرهاون ومدافع مضادة للدبابات والمدفع يخرج طلقات في خط مستقيم تصيب النارل والمذشآت أما الهاونزرهاون في منحنى يصيب الأسطح ، ومثله الهاون في مسار الطلقة . ولذا فإن عمل الخنادق يستهدف الوقاية من الهاونزرهاون ١٥٠ مم أو أكبر والهاون وهذا الأخير لا خوف منه كثيراً على الخنادق .

وكأمثلة على مقدرة اختراق دابة الهاونزرهاون أنها قادرة على اختراق أرض رملية مضغوطة المسافة ٢ متر و ٨ سم وقادرة على اختراق سطح أفقى من الخرسانة المسلحة بسبك ٤٨ سم .

بالنسبة إلى شكاتها أو الغرض منها ولو أنه من الصعب الفصل بينها .

والقطاعات المختلفة لهذه القنابل موضحة .

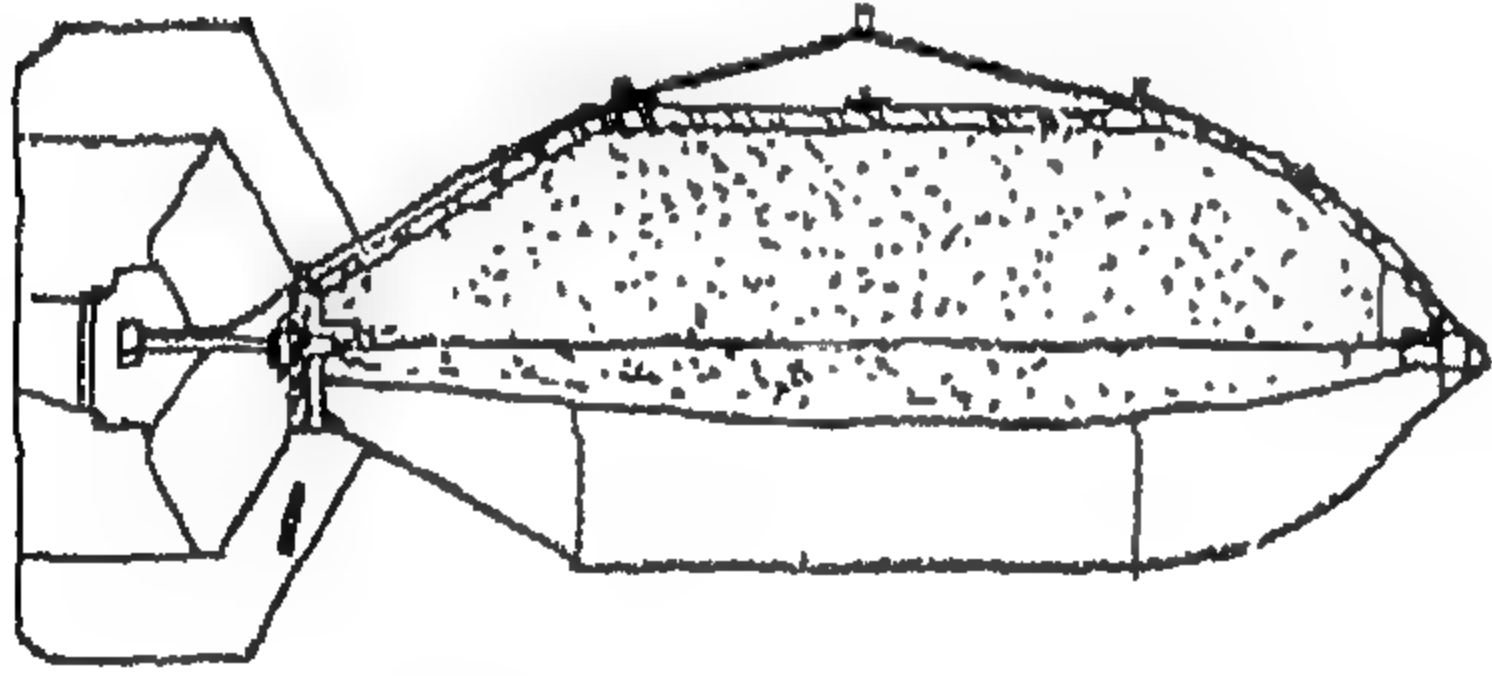
## ٢ - القنابل المدرعة الخارقة :

(Armor ... Piercing A.P.)

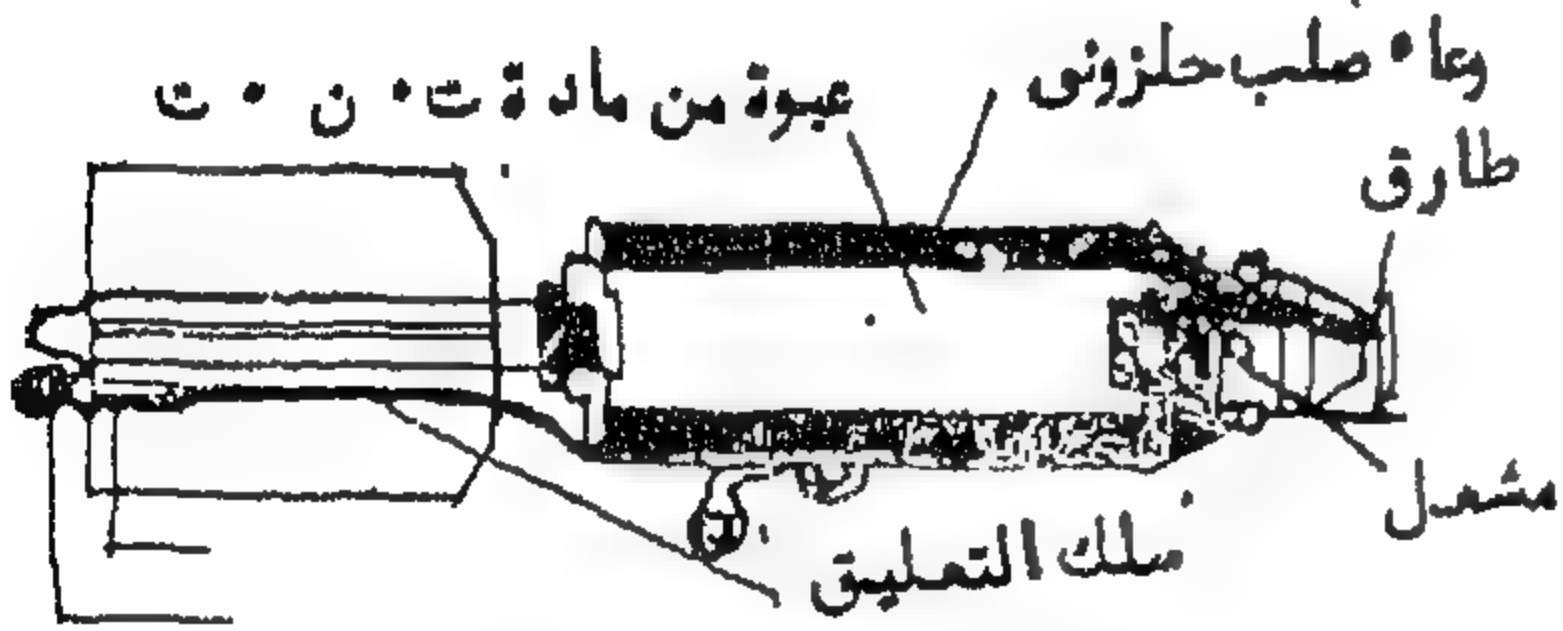
وتتراوح نسبة ما بها من عبوة إلى وزنها من ٥ إلى ١٥ في المائة .

وهذه مصممة للحصول على أقصى اختراق في المواد التي تغطي أقصى مقاومة كالصلب دون أن يشوه غلاف القنبلة والحصول على هذا الاحتراق يصنع غلاف القنبلة من حوائط سميكة من نوع خاص من الصلب . وتوضع المشاعل أوجلة التأثير إما في ذيل القنبلة أو في أجناب غلافها .

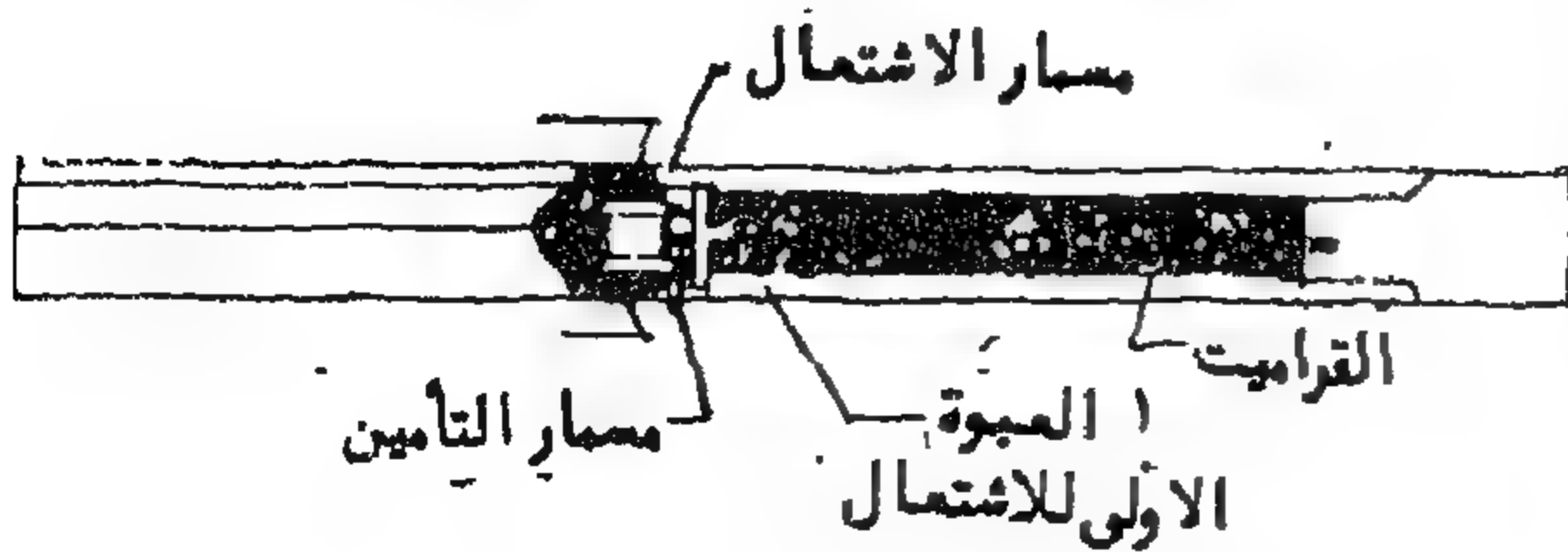
ونظراً لأن هذه القنابل عالية نسبياً وقوة انفجارها



(L.C) (قنبلة ذات غلاف خفيف)



(F) قنبلة شظايا



(قنبلة حارقة)

بشكل ٧ قطاعات طولية في قنابل الطائرات بأنواعها المختلفة

## القنابل أنواعها وخواصها :

من الصعب تقسيم القنابل لغرض أو فائدة ضد هدف معين

(شكل ٥ يعطى فكرة عن القنبلة) .

فالتجسيئات التي أدخلت في تصميم القنابل واستخدام المشاعل الخاصة بكن هذه القنابل المختلفة من الوصول إلى التأثير الفعال ضد الأهداف المتحركة .

ويوضح الجدول رقم (١) خواص مختلف القنابل المستخدمة بمختلف الدول .

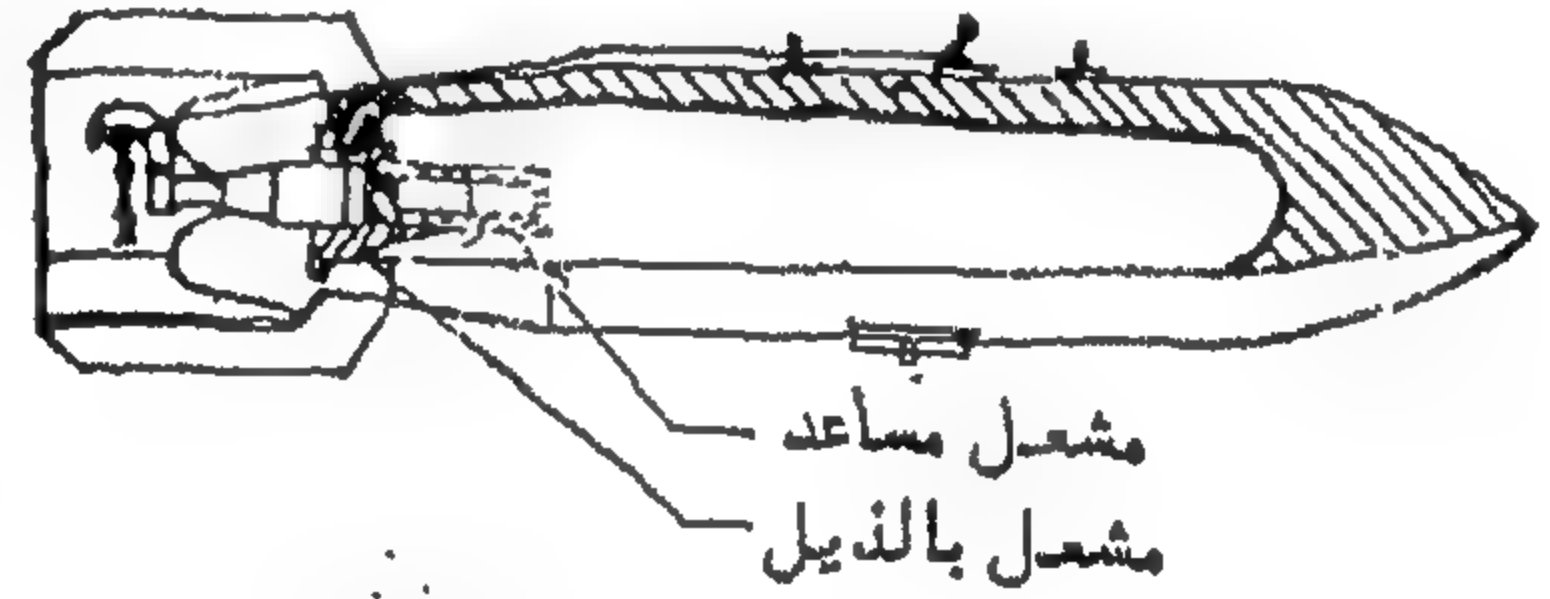
## (١) قنابل المتفرعات :

١ - عام

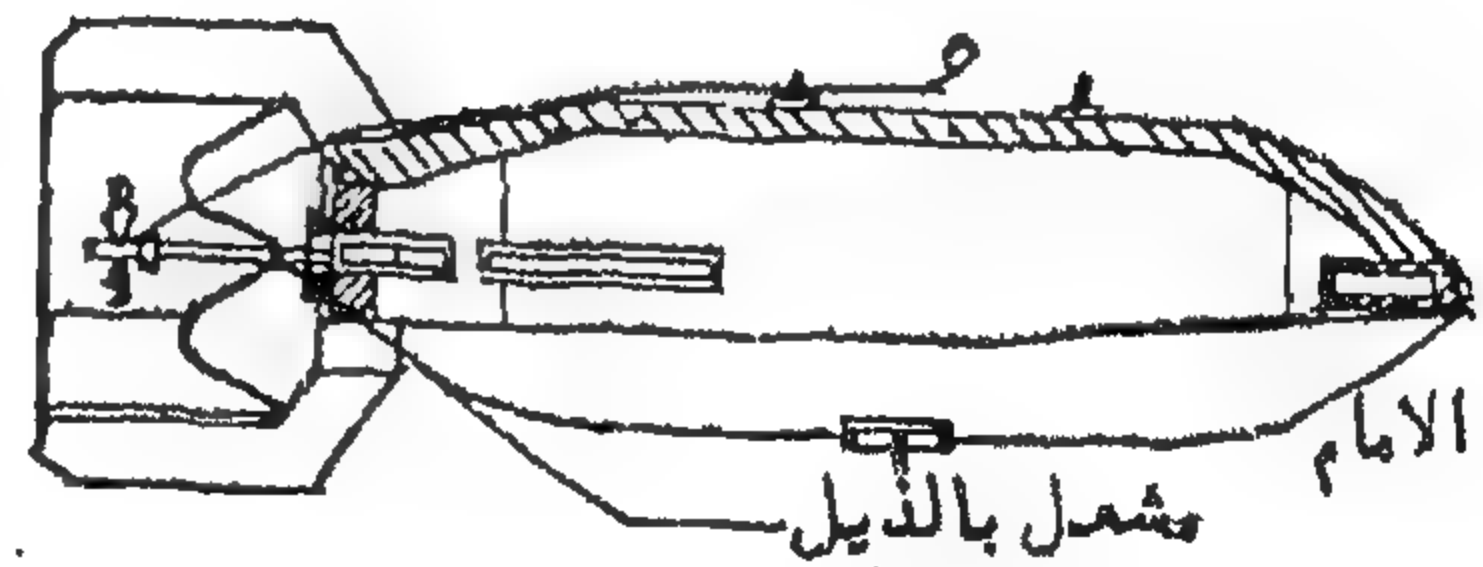
وتقييم هذه الأنواع هنا



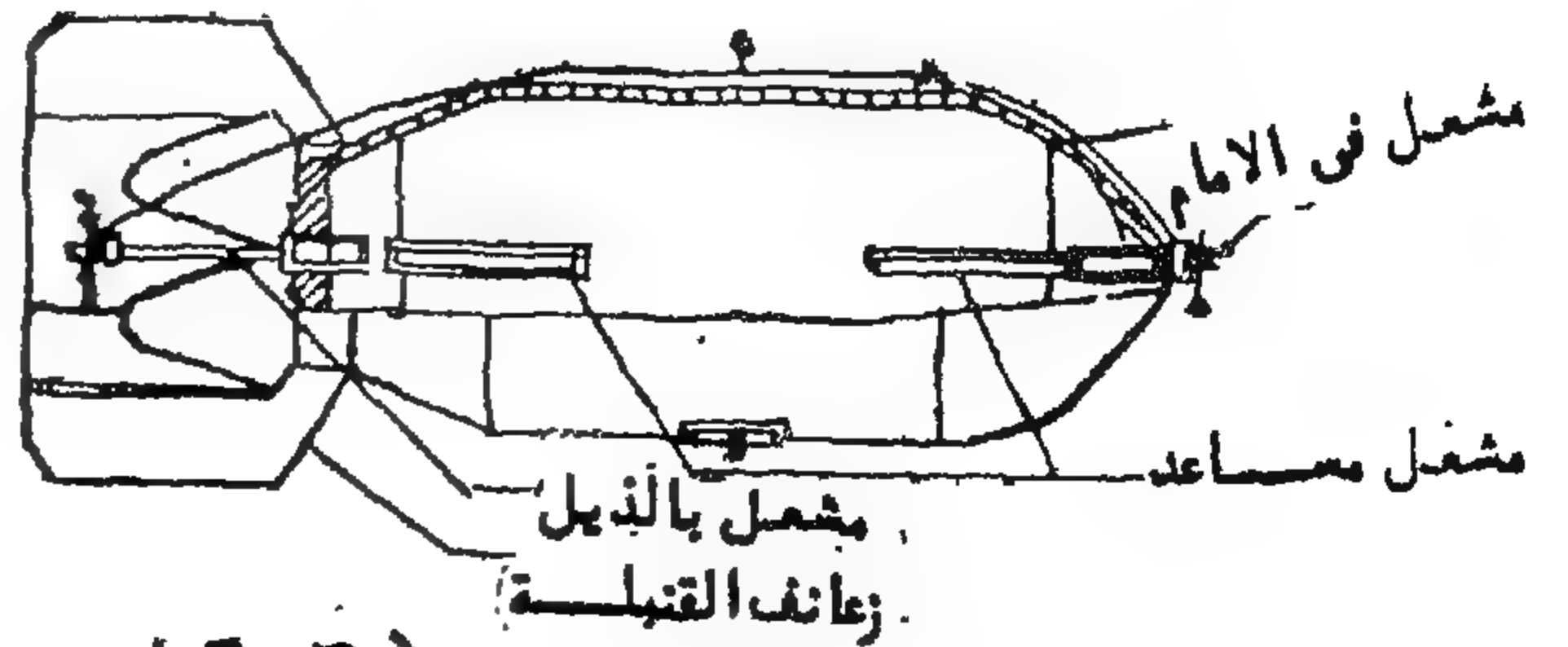
شكل رقم (٥)



(A.P.) (قنبلة مدركة خارقة)



(S.A.P.) (قنبلة نصف مدركة خارقة)



(G.P.) (قنبلة خد مسكة عمودية)

شكل ٦ قطاعات طولية في قنابل الطائرات بأنواعها المختلفة

هو نسف مبنى أو إحداث هزات أرضية شديدة . على أن هذا التأجيل يمكن التحكم فيه لزم من يتراوح بين عدة ثوان وعدة أيام من وقت حدوث التصادم . والنوع البعيد التأجيل يقلق العدو كثيراً في استخدام وإحتلال قطعة من الأرض .

#### ٥ - القنابل ذات الشظايا (F) Fragmentation

وتصميم هذا النوع يعتمد على أحداث أعظم كمية من الشظايا ولذا فأحياناً تعرف بالقنابل المضادة للأفراد . والقنابل المصنوعة من الخرسانة تحقق هذه الغاية بالإضافة إلى رخصتها . ومنها نوع كبيرة الشظايا وآخر صغيرها . وأحياناً تصمم هذه القنبلة بزعانف مثبتة ، وأحياناً بمظلات حتى تجبر الطائرات المنخفضة الارتفاع على الهروب خوفاً من الشظايا .

ولدقة الإصابة توضع بعض أنواع من القنابل ذات الشظايا في مجاميع في غلاف واحد من الصلب الخفيف وتخرج من هذا الغلاف بواسطة مشعل مؤجل التأثير .

والمشعل المستخدمة ، إما من النوع الذى ينفجر في الهواء ونتيجة للصدمة ، أو لها عبوة تأخير طويلة المدى ، أو مشعل ضد القاذرة .

وتستخدم هذه القنابل لتعطيم وإصابة الأفراد ، وقولات العربات والطائرات المنتظرة بمطارانها وبعض المعدات غير المعنى بوقايتها وبعض المنشآت . والخسائر تحدث أساساً من الشظايا التى تنطلق بسرعة هائلة . كما أن هناك بعض التأثير للضغط الناشئ من الانفجار على الأجسام القريبة . وعلى ذلك فإذا أحسن توزيع هذه القنابل على هدف كبير أمكن تعطيم هذا الهدف الكبير بالشظايا . ونظراً لحفة وزن هذه القنبلة ، وصغر حجمها ، فإن طائرة واحدة يمكنها أن تحمل منها عدداً كبيراً .

#### ٦ - القنابل ذات الكفاءة العالية والأغلفة الخفيفة

( ذات الضغط العالي ) :

High capacity (H.C.) and light case (L.C.)

والإصطلاح الأول، أى ذات الكفاءة العالية (H.C.)

تعبير انجليزى والإصطلاح الثانى ذات الأغلفة الخفيفة.

محدودة لذلك فإن استخدامها يكون عادة قاصراً على الأهداف ذات المقاومة الشديدة أو ضد دروع السفن الحربية . وأحياناً يضاف إلى هذه القنابل وحدة صاروخية لزيادة الاختراق .

ورغم أن هناك احتمال ضعيف لحدوث تفكك أو انهيار نتيجة صدمة هذا النوع من القنابل . إلا أنها تسبب تأثيراً مدمراً نتيجة للشظايا والضغط الناشئة بعد الاختراق .

#### ٣ - القنابل النصف مدرعة البخارقة

Semi-Armour-Piercing (SAP)

وغلافها أقل سمكاً من سابقتها ومن ثم ارتفعت النسبة المثوية بين ما بها من عبوة وبين وزنها فوصلت إلى ٢٥-٣٥ في المائة . ومن ثم كانت قدرتها على الضغط شديدة . ووسيلة إشعالها كسابقتها .

وهذا النوع من القنابل مؤثر ضد الخرسانة والصلب المتوسط الصلابة . . ومن ثم فإن استخدامها قاصر على المنشآت العسكرية الهامة واللوانى والأعمال الصناعية الكبيرة كالبراخر وشكلها إنسيابي وأحياناً تسمى Deep penetration bombs

#### ٤ - قنابل الأغراض العامة (أو الخدمة العمومية)

General purpose (G.P.)

ويقصد بذلك القنابل التى ما بين القنابل ذات الضغط وبين التى لها قدرة الاختراق .

وتصنع أغلفة هذه القنابل من نوع الصلب المتين القادر على اختراق مبان ذات عدة أدوار كالمكاتب أو أسطح وأجناب قطع الأسطول الخفيفة ، وسمك الجدار من ١/٤ إلى ١/٢ بوصة ماحوم كقطعة واحدة .

ونسبة ما بها من عبوة إلى وزنها تتراوح بين ٤٥ إلى ٦٠ في المائة ، ومن ثم تحقق أعظم تأثير للانفجار ، ويوضع المشعل إما فى رأس القنبلة ، أو ذيلها ، أو فى جانبها . وفى حالة وضع المشعل فى الرأس ، يمكن إختيار أى من المشعل إما الوقتية التأثير أو المؤجلة . . ويفضل النوع الوقتى التأثير عند ما يراد الإستفادة بالشظايا أو الضغط الناشئ لأكبر حد . أما الأنواع المؤجلة الانفجار ففضل عندما يكون الهدف



وقد تأخذ المواد الحارقة إحدى الصور الآتية : إما صورة أكاسيد معدنية بأشكال مختلفة أو مخاليط مؤكسدة حارقة كالغنسيوم أو مواد حارقة على هيئة مواد صلبة مثل الفسفور الأبيض أو الجازولين السميكة أو وقود العربات .

#### ٤ - قنابل المغنسيوم الخفيفة :

ويتراوح وزنها بين ٢ إلى ٤ أرطال والنوع الصغير منها لا يزال يعرف بالاسم الألمانية (الكيلو) (KILO) أو (الالكترون) (Elektron) وقد استخدمت هذه الأنواع على نطاق واسع نظراً لقدرتها الحارقة القوية ، ونظراً لخفتها مما يمكن من حمل الكثير منها في الطائرة الواحدة .

ونسبة المواد الحارقة بالقنبلة تصل إلى ٩٥ في المائة من وزنها وتصل درجة حرارتها اختراقها من ٢٥٠٠ إلى ٤٥٠٠ درجة فهرنهايت .

وللقنبلة أنف غير حاد وغلاف سداسي القطاع من المغنسيوم - وبداخله عبوة البادى وجهاز الإشعال الذى قد يوضع فى الأنف عند المقدمة أو فى الخلف عند الذيل . . . وهذه المشاعل من النوع الوقى التأثير عادة وإن كان من المستحسن فى بعض الأحيان استخدام النوع المؤجل التأثير كما توضح فى هذه القنابل أحياناً كمية صغيرة من عبوات متفجرة وتجهز بمشعل لتنفجر بعد بدء عملها ، إما بعدة ثوان أو بعدة دقائق . وعادة عندما توضع المادة الحارقة داخل القنبلة يتخللها حوالى ٢٠ فى المائة منها مادة متفجرة لتشير الرعب والفرع . وقدرة هذا النوع من القنابل على الاختراق ضعيفة جداً وإن كان من الممكن أن تخترق الأسف العادية . وقنابل المغنسيوم مؤثرة جداً فى المناطق الآهلة بالسكان أو فى الأحياء التجارية والصناعية . حيث تتواجد دائماً مواد قابلة للاشتعال دون وقاية ما .

وقد لا تكون هذه القنابل الصغيرة ذات تأثير قوى إذا ما سقطت فى الأرض المكشوفة والشوارع ومناطق وقوف العربات اللهم إلا فى هذه الحرائق التى تثيرها حينما سقطت . وفى استطاعة طائرة أن تحمل ٢٠٠٠ قنبلة ، وفى جولة واحدة للطائرة يمكنها أن تنثر حمولتها من القنابل على مساحة يصل طولها إلى ٦ ميل .

(L.C.) تعبير أمريكى . . وتعمل من ألواح من الصلب من ١ إلى ٤ أقدام وتصل ببعضها بواسطة مسامير برشام ومتصلة كذلك بوحدة الذيل أو بمظلة براشوت بدلاً من وحده الذيل .

وتصمم هذه القنابل لتحدث ضغطاً كبيراً على مساحة كبيرة ، ونسبة ما بها من مفرقات إلى وزنها تتراوح بين ٧٠ إلى ٨٥ فى المائة ومعظمها يزن ٢٠٠٠ رطل فأكثر وتجهز بمشاعل وقتية التأثير (طبقات طرقة) بمجرد التصادم وتعتمد على التأثير بواسطة الضغط الناشئ ، ومع ذلك فقد استخدمت بنجاح ضد الأغراض العسكرية الجيدة الوقاية . وأحياناً تسمى هذه القنابل ، قنابل الانفجار BLAST Bombs

#### ٧ - أنواع أخرى :

وهناك أنواع أخرى مبتكرة من القنابل باستخدام المفرقات . فمثلاً يمكن استخدام الألغام الهوائية ذات المظلات فى الغارات البحرية ليمكن إسقاطها فى الماء ، كما يمكن إسقاطها على الأرض ، وقد استخدمت أنواع مماثلة من هذه الألغام ضد أهداف أرضية لتفجيرها ويمكن استخدام قنابل أخرى أو مقذوفات أو ألغام ضد أهداف معينة والقنابل الضخمة التى تزن ٢١٠٠٠ رطل والى صممت لتدمير المنشآت الخرسانية الضخمة قد أثبتت كفاءة ممتازة فى هذا الغرض .

#### (ب) القنابل الحارقة

##### ١ - عام :

المواد الحارقة هى تلك التى تستخدم لتدمير المباني والمحاصيل والمنتجات والذخيرة والمعدات والمواد ذات القيمة العسكرية وتقسم هذه المواد الحارقة بالنسبة لتركيبها والغرض من استخدامها إلى مواد ( مركزة ) أو ( منتشرة ) . فالنوع المركز يبقى متجمعاً حتى يستهلك وينقل حرارته إلى المنطقة المرادة . . أما النوع المنتشر ، فإنه ينشر بواسطة عبوة مفجرة شظايا صغيرة من مواده الحارقة فتتصاعد الحرائق فى مناطق مختلفة بالتالى .

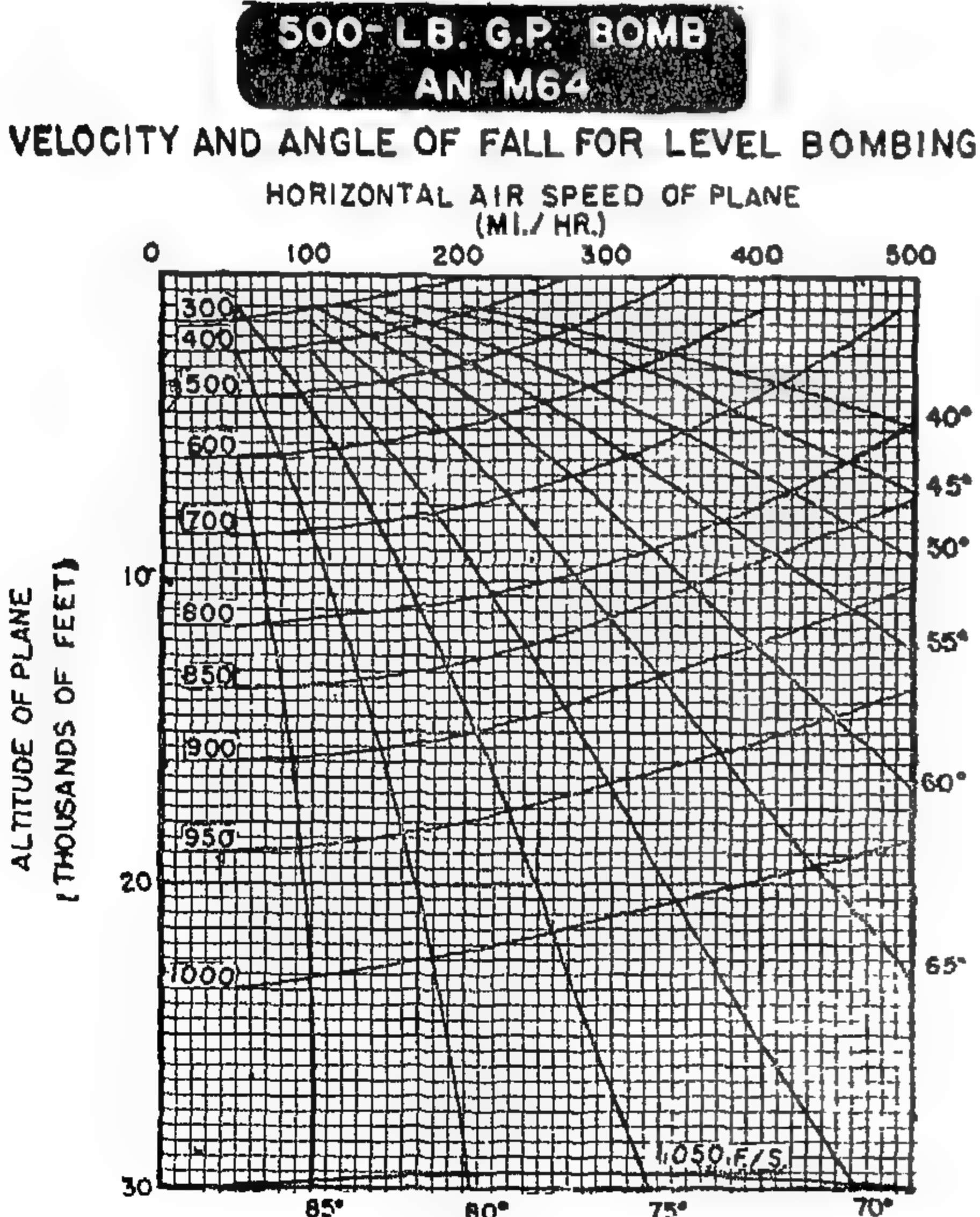
الغازات قسم إلى قسمين الغازات المستمرة كغاز المستردة أو غير المستمرة كغاز الفوسجين .

وفي حالة استخدام الغازات غير المستمر ، تتكون سحب أو أبخرة في منطقة الهدف ولكن لا يجب نشرها على مساحات كبيرة حتى تظل مؤثرة ، ويلزم لهذه الأنواع من القابل وسيلة لتزريق غلاف القنبلة ويكفي لها أي محطمت صغير . أما في حالة القابل ذات الغازات المستمرة فيستحسن نشر محتوياتها على مساحة كبيرة ويلزم جهاز تحطيم أكبر لتكسير غلاف القنبلة .

وقابل الغاز هذه تستخدم لإحداث تأثيرات سامة أو ملهية . ويستخدم الغاز ضد الأفراد وتلويث المناطق حتى لا تستخدم ، وإذا استخدم الغاز مع المدمرات الأخرى التي تستخدم في الهجمات الجوية كانت النتيجة فعالة للغاية .

#### ( هـ ) المقذوفات

( ١ ) مسار المقذوف : تتحرك القنبلة بعد قذفها في منحنى فإذا كان مسارها في فضاء فارغ من الهواء كان هذا المنحنى



منحنى ( ١ )

٣ - أنواع أخرى من قنابل المغنسيوم والحارقة :

وهذه تشبه قنابل المغنسيوم الخفيفة السابق ذكرها ولكنها تختلف عنها في الحجم .

فقد تجهز هذه الأنواع الكبيرة بأنف من الصلب لزيادة قدرتها على اختراق المنشآت التجارية والصناعية أو العسكرية ، ورغم هذا فإن تأثير هذه القنابل الكبيرة ليس مؤثراً كما سبقها إذا قارنا بين أوزان متساوية من كل من النوعين .

#### ٤ - قنابل النيران :

يمكن استخدام خزانات البترول التي تحتوي على وقود سميكة ضد المناطق المجهزة بالدفاع كنوع من قنابل النيران . وقنابل النيران تستخدم بنجاح ضد الأشخاص فقط في المناطق المكشوفة ، والمبدأ الرئيسي في استخدامها هو استعمالها ضد جميع الأهداف - القابلة للاحتراق خاصة في المناطق التجارية والصناعية ومناطق التجميع العسكرية حيث تتوافر العربات أو الطائرات . فهذه القنابل تشتعل بسهولة عن القنابل المغنيسومية ويصعب إطفائها .

#### ٥ - أنواع حارقة أخرى من القنابل :

وفيها يستخدم الصديوم كعبوة . فالمعروف أن الصديوم يتفاعل مع الماء منتجاً الهيدروجين السريع الاشتعال . ولا يعد الهيدروجين من المواد الحارقة الجيدة ، كما يسهل إطفائه ، ومن ثم فاستخدام هذا النوع على نطاق ضيق .

ونوع آخر من الحارقات يستخدم في المناطق التي بها محاصيل زراعية ناضجة أو المناطق التي تتوافر بها الأخشاب . وهذا الذرع عبارة عن ورقة صغيرة مغموسة في الكبريت أو الكربون ، وتبقى مبللة بواسطة ثاني كبريتات الكربون فهذه الأنواع - ومثيلاتها من الحارقات الأخرى - قد استخدمت ولكنها على أية حال محدودة التأثير .

#### ( ج ) القنابل الكيميائية :

يمكن استخدام الغاز إما برشه من طائرة أو بوضعه في جسم قنبلة لها مشعل وقتي التأثير في أنها . وهذه الأنواع من



فما بعد أنه كلما كبرت سرعة التصادم رادت القدرة على الاختراق .

( ب ) زاوية السقوط : Angle of Fall

وهي الزاوية المحصورة بين مسار القنبلة والمستوى الأفقى في نقطة ما من هذا المسار . وتتوقف هذه الزاوية على سرعة قاذفة القنابل وارتفاعها أثناء إسقاط القنبلة .

يوضح منحنى (١) زاوية السقوط لقنبلة أمريكية زنة ٥٠٠ رطل نصف مدركة خارقة (S A P) كما يوضح المنحنى (٢) زاوية السقوط لقنبلة أمريكية ٥٠٠ رطل خدمة عمومية .

ولمعرفة زوايا السقوط لقنابل أثقل وزناً من ٥٠٠ رطل ولها نفس الخواص فإن زاوية السقوط هي نفس الزاوية للقنبلة ٥٠٠ رطل وبالمجمل يمكن استخدام هذين المنحنيين للحصول على زاوية السقوط لمختلف سرعة الطائرة على مختلف الارتفاعات .

مثال لاستخدام هذه المنحنيات :

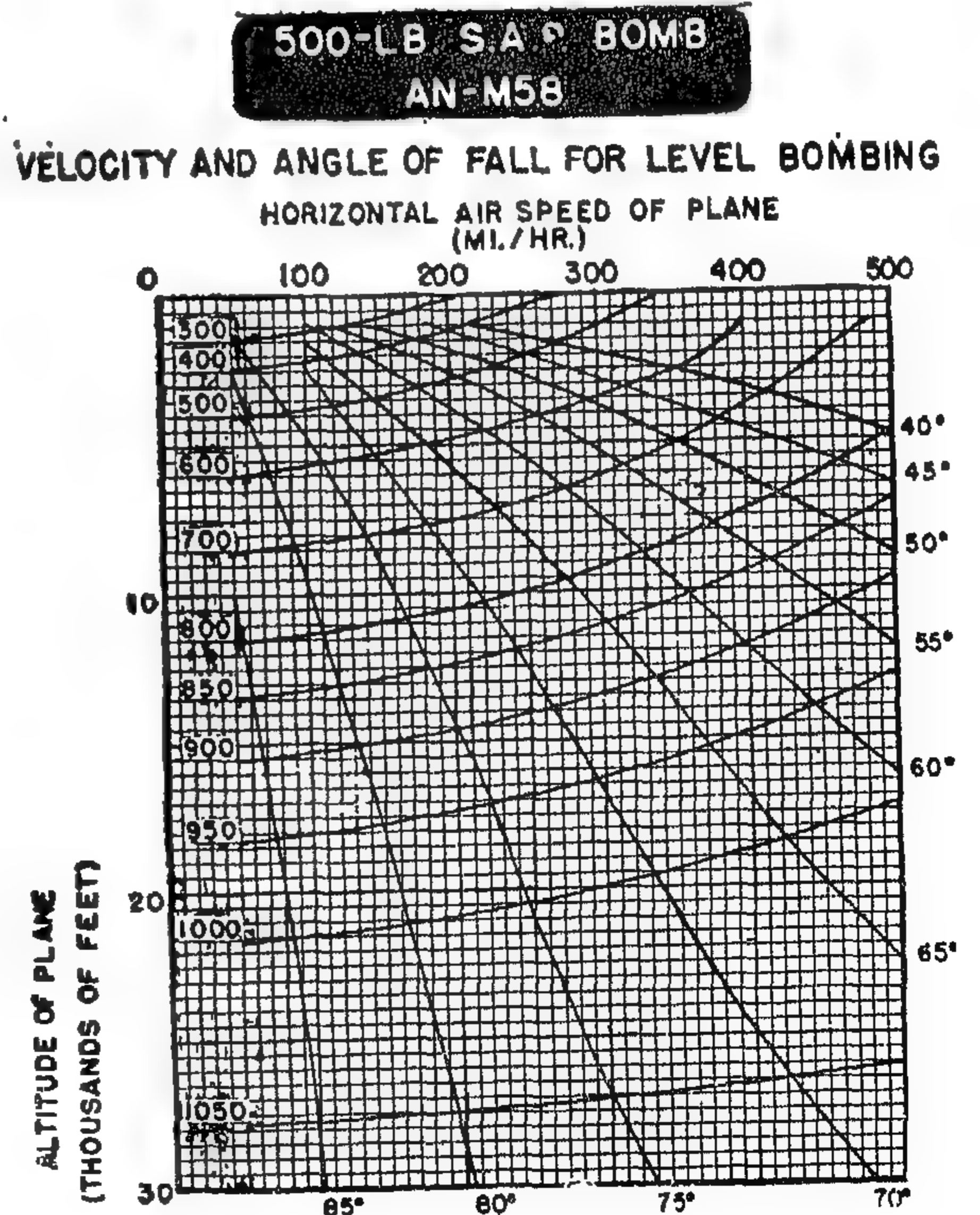
سقطت قنبلة زنة ٥٠٠ رطل (SAP) من طائرة تسير بسرعة ٢٥٠ ميلاً في الساعة حقيقية على ارتفاع ٢٠٠٠ قدم ، فما هي زاوية السقوط وما هي سرعة الطرق التي تصدم بها هذه القنبلة جسمها على سطح الأرض .  
من المنحنى ( شكل ١ ) إذا رسمنا خطاً رأسياً من عدد الرقم ٢٥٠ على التقسيم الأعلى وخطاً أفقياً من عدد الرقم ٢٠ على التقسيم الأسفل فإنهما يتلاقيان في نقطة . هذه النقطة قريبة من الخط المائل ٧٥° فتكون زاوية السقوط ٧٥° تقريباً . كما أن هذه النقطة قريبة من المنحنى الأتقى ١٠٠٠ وقيمتها حوالي ٩٩٥ فتسكون سرعة الطريق ٩٩٥ قدم في الثانية .

مثال آخر : نفس المثال السابق والقنبلة خدمة عمومية .  
(أى أغراض عامة) فللمعل أنظر المنحنى رقم ٢ واتبع نفس الخطوات تجد أن زاوية السقوط هي ٧٥° تقريباً . وأن سرعة الطرق هي ٩٨٠ قدم/ثانية تقريباً .

قطعاً ناقصاً . أما في الهواء فإن المنحنى يصبح أكثر انحداراً ، فمقاومة الهواء تقلل كل من السرعة الأفقية والجاذبية الأرضية .

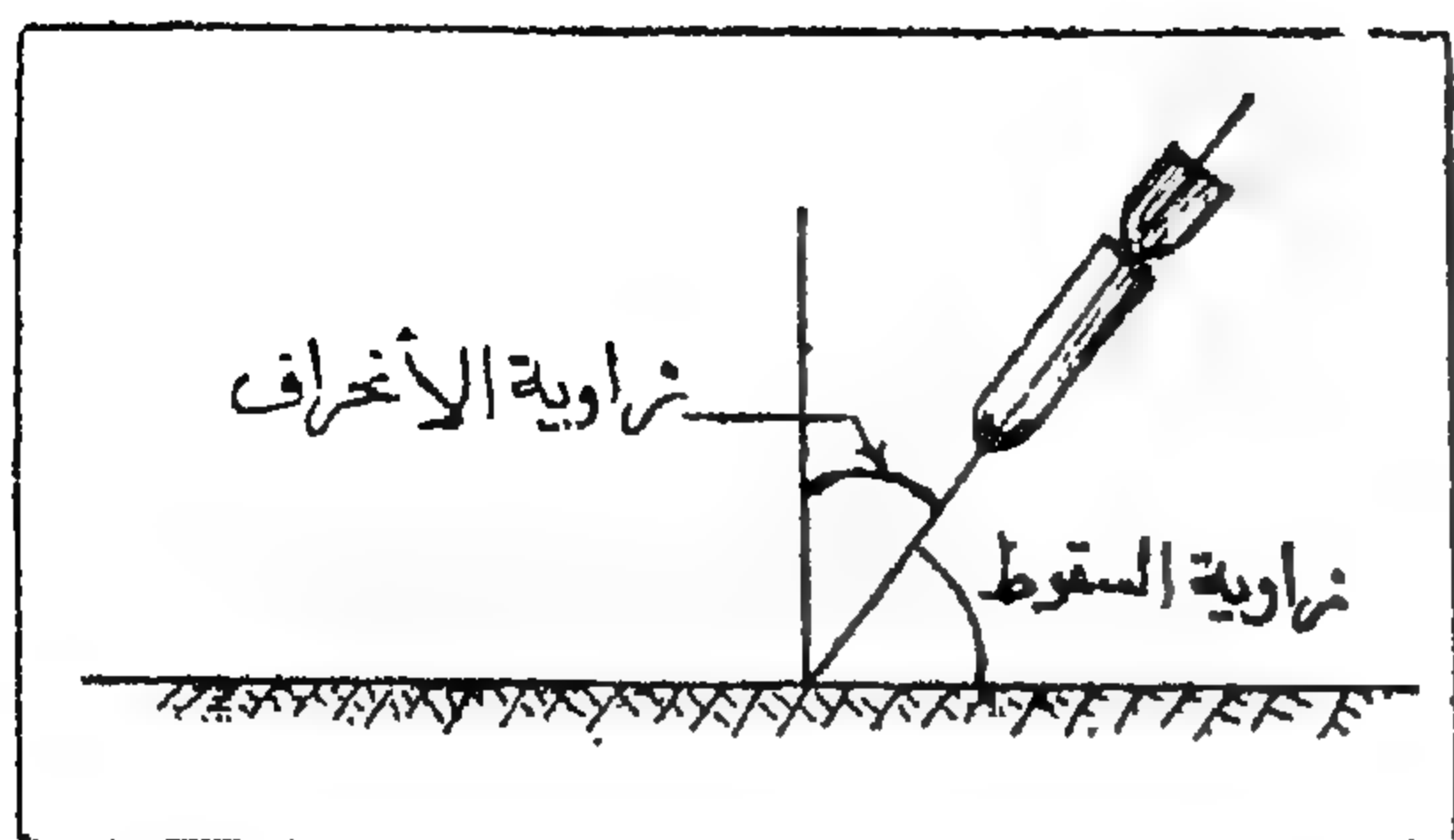
ومسار القنابل الضعيفة كالقنابل الحارقة الخفيفة يصبح بعد بضعة آلاف من الأقدام من سقوطها رأسياً تماماً بينما القنابل الثقيلة بالمدركات تسقط في منحنى يكاد يكون قطعاً ناقصاً .

ومن المعروف أن إلقاء القنابل من ارتفاعات بسيطة يصيب الأهداف بدقة أكثر من تلك التي تقذف من ارتفاعات كبيرة . وهذه العناية بدقة إصابة الهدف تتطلب الطيران المنخفض وفي هذا تضحية كبيرة باستغلال قدرة القنبلة على الاختراق . فمثلاً إذا سقطت قنبلة من ارتفاع ٢٠٠٠ قدم من قاذفة قنابل تطير بسرعة ٢٥٠ ميلاً في الساعة (٣٧٠ قدم في الثانية) فإن السرعة التي تصادم بها القنبلة بعد سقوطها على جسم ما هي ١٠٠ قدم في الثانية . أما إذا سقطت من نفس الطائرة على ارتفاع ٢٥٠٠ قدم فإن سرعة التصادم مع الجسم ستصل إلى ١٠٠٠ قدم في الثانية وسترى



منحنى (٢)





(شكل ٨)

بأنواعها والرشاشات التي ترتكب في القاذفات والمقاتلات  
لتستخدم عند الطيران المنخفض .

ومن الجدير بالذكر أن نعرف حمولة الطائرة الفانتوم  
من القنابل تصل إلى ٨ طن والميراج تصل إلى ٤ طن .

#### — طرق تصميم المنشآت الواقية :

إن مشكلة دراسة وتحليل تعرض المنشآت لقوى الدفع  
أو الصدمة الناشئة عن اصطدام القنابل واختراقها له وانفجارها  
فيه موضوع معقد وهناك عدة طرق للتصميم :

(١) طريقة التحليل الإنشائي . وهي طريقة تعتبر  
المنشأة وحدة واحدة مطلوب منه أن تقاوم تأثير القوى  
الديناميكية الناشئة من هذه الصدمة وتعطى هذه الطريقة  
أكثر المنشآت اقتصاداً .

(ب) تحويل القوى الديناميكية الناشئة من سقوط القنبلة  
من ارتفاع ، والناشئة أيضاً من الانفجار إلى قوى استاتيكية  
مناظرة .

(ج) طريقة التأثير الموضعي من التصادم وما يعقبه من  
اختراق فقط أو انفجار أو اختراق وانفجار ، وهي طريقة  
مبسطة وتعطى أسما كأكبر بعض الشيء . إلا أنها مختصرة  
وآلية تسهل العمل وهي ما سنركز عليه .

#### (ج) سرعة الطرق : Striking Velocity

وهي السرعة التي تصطدم بها القنبلة بسطح جسم ما  
وتتحكم قيمتها في مقدرة القنبلة على الاختراق . وتتوقف  
قيمتها على عدة عوامل هي الارتفاع الذي سقطت منه القنبلة  
والسرعة التي تسير بها الطائرة لحظة إسقاطها القنبلة ونوع  
القنبلة وتصل السرعة في الهواء إلى نهايتها عندما تعادل  
مقاومة الهواء قوة الجاذبية الأرضية وتصبح السرعة ثابتة .  
فلقنبلة قوية الضغط والتأثير تصل السرعة إلى ١٣٠٠ قدم في  
ثانية . وعلى كل حال فلاحصول على مثل هذه السرعة يجب  
أن يكون الارتفاع الذي تسقط منه القنبلة ٤٠٠٠٠ قدم أو  
٥٠٠٠٠ قدم .

ويوضح المنحنيان (١) و (٢) قيم سرعة الطرق عندما  
تطير الطائرة بسرعة مختلفة وعلى ارتفاعات مختلفة . وهذه  
المنحنيات لقنابل ٥٠٠ رطل SAP وخدمة عمومية G.P.  
وإذا زاد وزن القنبلة عن ذلك مع احتفاظها بنفس الخواص  
يمكن زيادة السرعة بمقدار ٥ في المائة من القيمة المحسوبة  
من المنحني . ( بينما تبقى زاوية السقوط كما هي من المنحني )  
هذا وتعمل المنحنيات السالفة أيضاً للصواريخ .

#### (د) زاوية الانحراف : (Angle of obliquity)

وهي الزاوية المحصورة بين مسار القنبلة والعمودي  
على السطح الذي سقطت عليه القنبلة في منتصف دائرة  
التصادم .

#### (هـ) زاوية التصادم : (Angle of Impact)

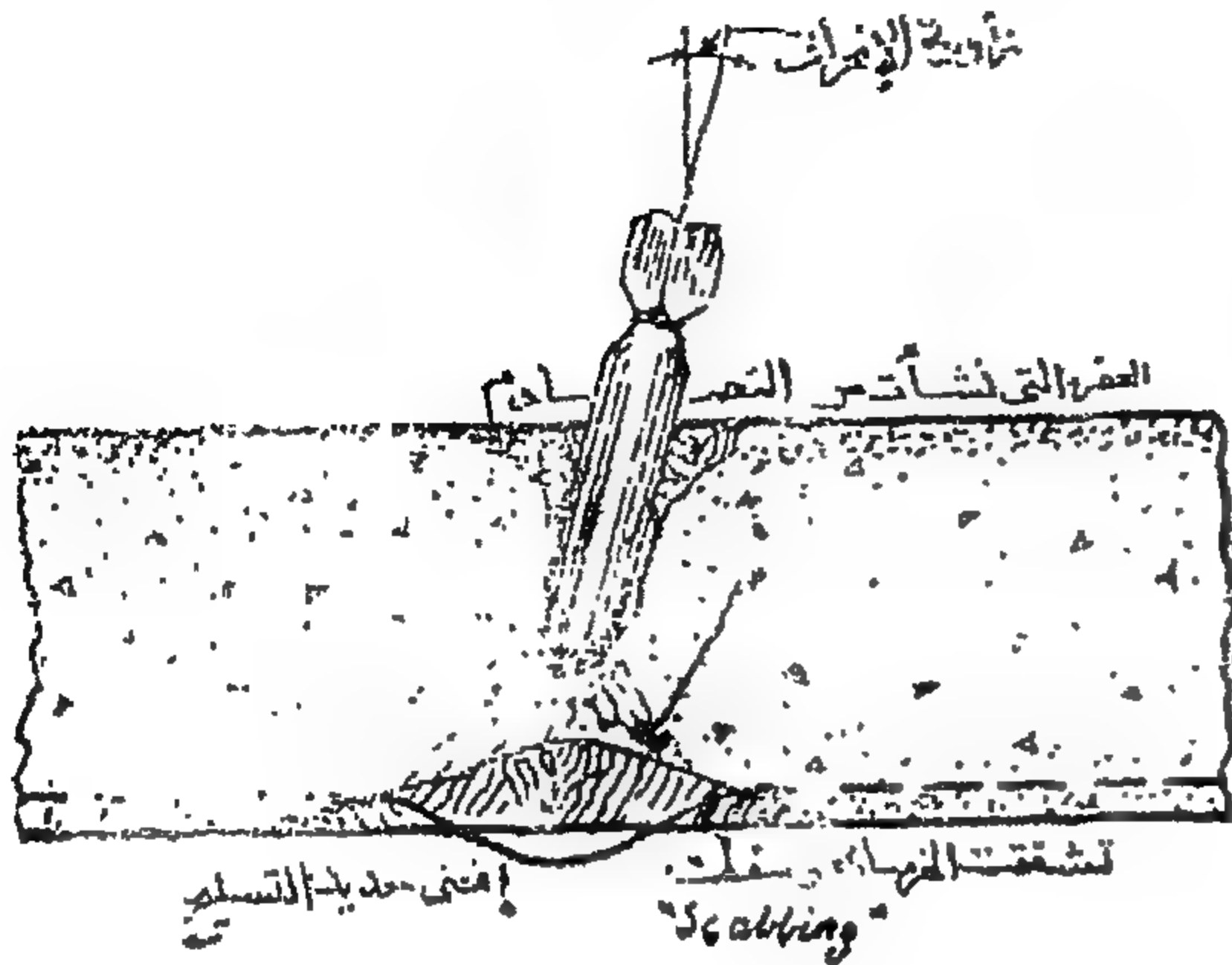
هي الزاوية بين مسار القنبلة وسطح الهدف .

ويوضح الشكل التالي هذه الزوايا (شكل ٨)

#### — أسلحة أخرى تستخدم في الهجوم الجوي :

هناك قنابل وأسلحة أخرى غير التي سبق الإشارة إليها  
تستخدم في الهجوم الجوي كلقنابل للوجهة والصواريخ

وقد يسبب الدفع ما يسمى بالانشقاق (Scabbing) عندما يصل إختراق القنبلة إلى نصف سمك السطح كما في الشكل (٩).



شكل (٩)

#### تأثير الطاقة على المنشآت :

رغم أن للطاقة الكامنة الناشئة كبيرة المقدار فإن ما يصحبها من تصادم ليس بالخطورة الكبيرة فقد أثبتت التجارب أن انحناء المنشأ ليمتص هذا التصادم ، ليس كبيراً كما أثبتت التجارب أيضاً أن المنشآت الخرسانية السميكة تمتص الطاقة بلا انهيار وذلك رغم ضخامة هذه الطاقة التي يمكن أن نتصورها من مثال بالأرقام .

ما هي الطاقة الكامنة لقنبلة كانت سرعة تصادمها « طرفها » ١٠٠٠ قدم/ثانية وكان وزنها ٦٤,٤ رطلاً .

$$\text{الطاقة الكامنة} = \frac{1}{2} \times \text{الوزن} \times \text{المسافة الأرضية} = \frac{1}{2} \times 64.4 \times 1000 = 32,200 \text{ رطل قدم}$$

$$= \frac{1}{2} \times 1000 \times \frac{64.4}{32.2} = 1000 \text{ رطل قدم}$$

ونتيجة للتصادم الناشئ تزداد الجهود fibre stresses عند نقاط تركاز الكمرات الخرسانية supports إلى عتمة أضعاف الجهود العادية . ورغم ضخامة الجهود الناشئة stresses فإن الإجهاد المترتب strain على ذلك أقل من الناشئ من الأحمال العادية الأخرى (static — loads) .

#### الاختراق :

يتوقف اختراق القنبلة على عدة عوامل مختلفة يمكن تلخيصها في الآتي :

## فصل الثالث

### تأثير القنابل ومختلف الأساحة

#### الطاقة الكامنة :

إذا كان من المرغوب استهلاك الطاقة الكامنة لقنبلة تصطدم بسطح ما قبل أن يحدث الانفجار فيجب أن يصمم المشعل ليفجر العبوة بعد أن تصل القنبلة إلى أقصى اختراق لها في الجسم .

والانفجار النموذجي هو الذي يحدث عند الوصول إلى أقصى اختراق ، إذ قد يحدث لبعض القنابل أن ترتد للخلف بعد استطدامها بجسم قوى المقاومة .

وقيمة الطاقة الكامنة لقنبلة تصطدم بجسم بسرعة كبيرة تعد قيمة هائلة .

وليس عملياً أو صحيحاً أن نصمم المنشآت التي تتحمل مثل هذه الجهود بطرق التصميم العادي وتركز قيمة الطاقة الناشئة في كل من القنبلة وفي المساحة المجاورة لنقطة التصادم وتضيع هذه الطاقة في تمزيق غلاف القنبلة وفي بعث حرارة وإجهاد في المادة المصادمة وفي زحزحة وتشققات سطح الهدف . ومن تأثيرها أيضاً تفكيك وسحق المواد التي تشبه الخرسانة والصخور والطوب في نفس نقطة التصادم .

ونظراً للسرعة التصادمية الكبيرة عند الاصطدام بسطح خرساني فإن الطاقة تستهلك في تأثير موضعي عند منطقة التصادم . وعلى حسب طبيعة قوة الدفع تنتقل كمية من الطاقة إلى مختلف أجزاء المنشأ وتختلف قيمتها وطريقة توزيعها في هذه الأجزاء باختلاف قوة الدفع . وكقاعدة عامة كلما زاد الزمن الذي يحدث فيه الدفع كلما زادت كمية الطاقة التي تتوزع داخل المنشأ .

وفي الأسقف القليلة السمك نجد أن الحسائر الناشئة من التصادم قليلة جداً وكل ما هناك أن الثقب الناشئ يكون أكبر من قطر القنبلة .

١ - الخرسانة وحساب السمك اللازم للاختراق وتصحيحه .

(١) المعادلة التي استنبطت نتيجة للتجارب (Imperial) لاختراق القنابل AP , SAP وكافة المقذوفات في الخرسانة المسلحة هي حتى عيار ٢٠٠ رطل وللصواريخ حتى ١٦ بوصة

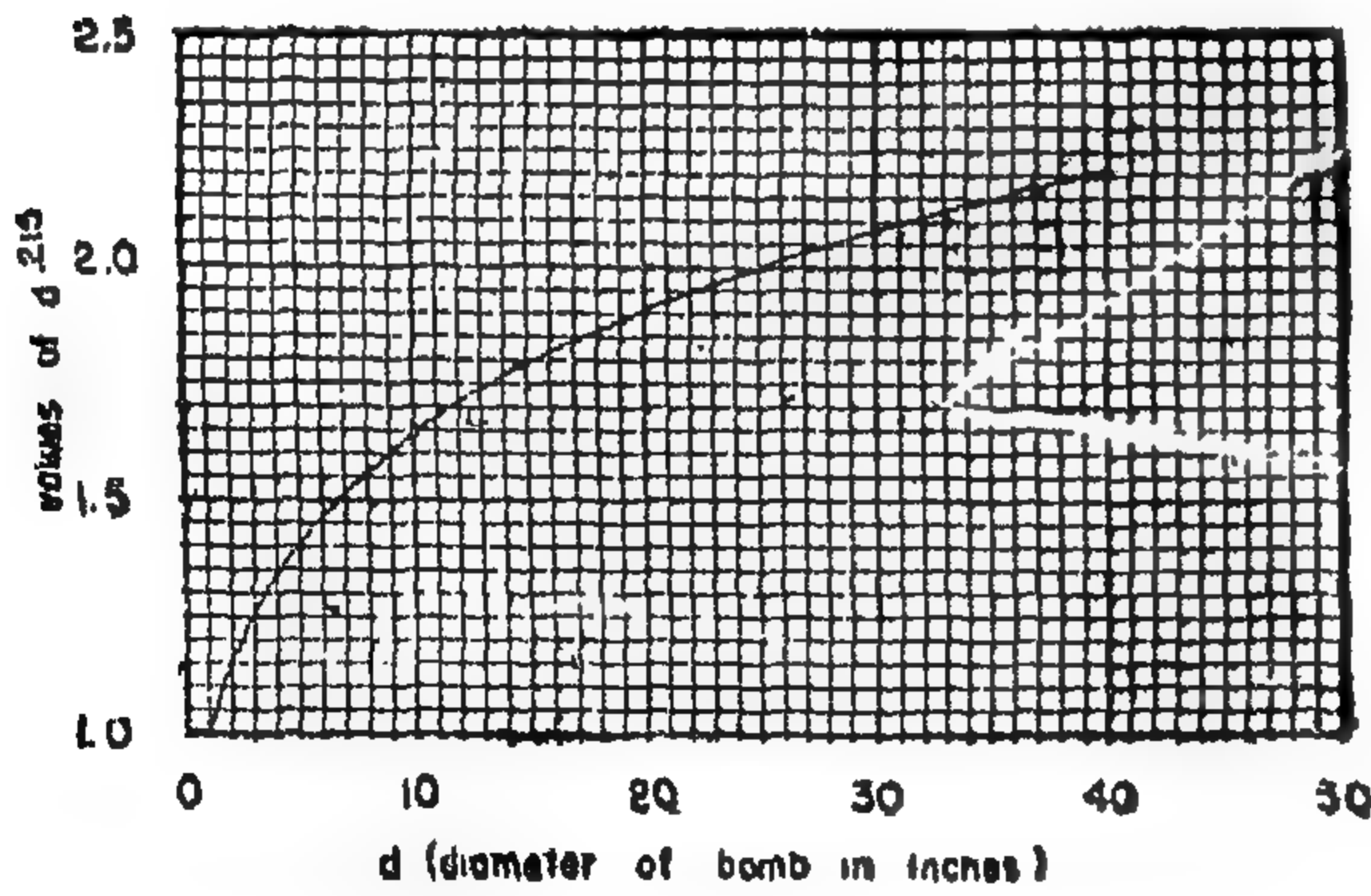
$$X = \frac{222 \times p \times (V)^{1.5} \times (d)^{.215}}{r} + \frac{d}{2}$$

حيث

$$p = \frac{\text{وزن القنبلة بالرطل}}{\text{مساحة أكبر قطاع بها بالبوصة المربعة}} \text{ وتوجد قيمتها في الجدول رقم (١) .}$$

$d =$  قطر القنبلة أو المقذوف بالبوصة وتوجد قيمتها في نفس الجدول رقم (١) .

$(d)^{.215} =$  قيمة القطر مرفوعاً إلى أس (٢١٥) تحسب بعد معرفة القطر بالمسطرة الحاسبة أو تحسب للسهولة من المنحنى شكل (٤) .



(منحنى رقم ٤)

$r =$  قيمة الجذر التربيعي لجهد الضغط للخرسانة وتوجد قيمتها لمختلف جهود الضغط للخرسانة في الجدول رقم (٢) .  
 $v =$  سرعة الطرق وتحسب كالأمثلة السابقة من المنحنيات شكل (١ و ٢) وتقسم على ١٠٠٠ أى إذا كانت السرعة ١١٠٠ قدم/ثانية تكتب ١,١ وللحصول على قيمتها مرفوعة للأس ١,٥ يمكن إيجاد القيمة مباشرة من المنحنى شكل (٣) .

١ - الضغط Sectional Pressure ويعرف هنا بنسبة ثقل القنبلة بالرطل إلى مساحة أكبر قطاع لها بالبوصة المربعة .

٢ - سرعة الطرق Striking Velocity .

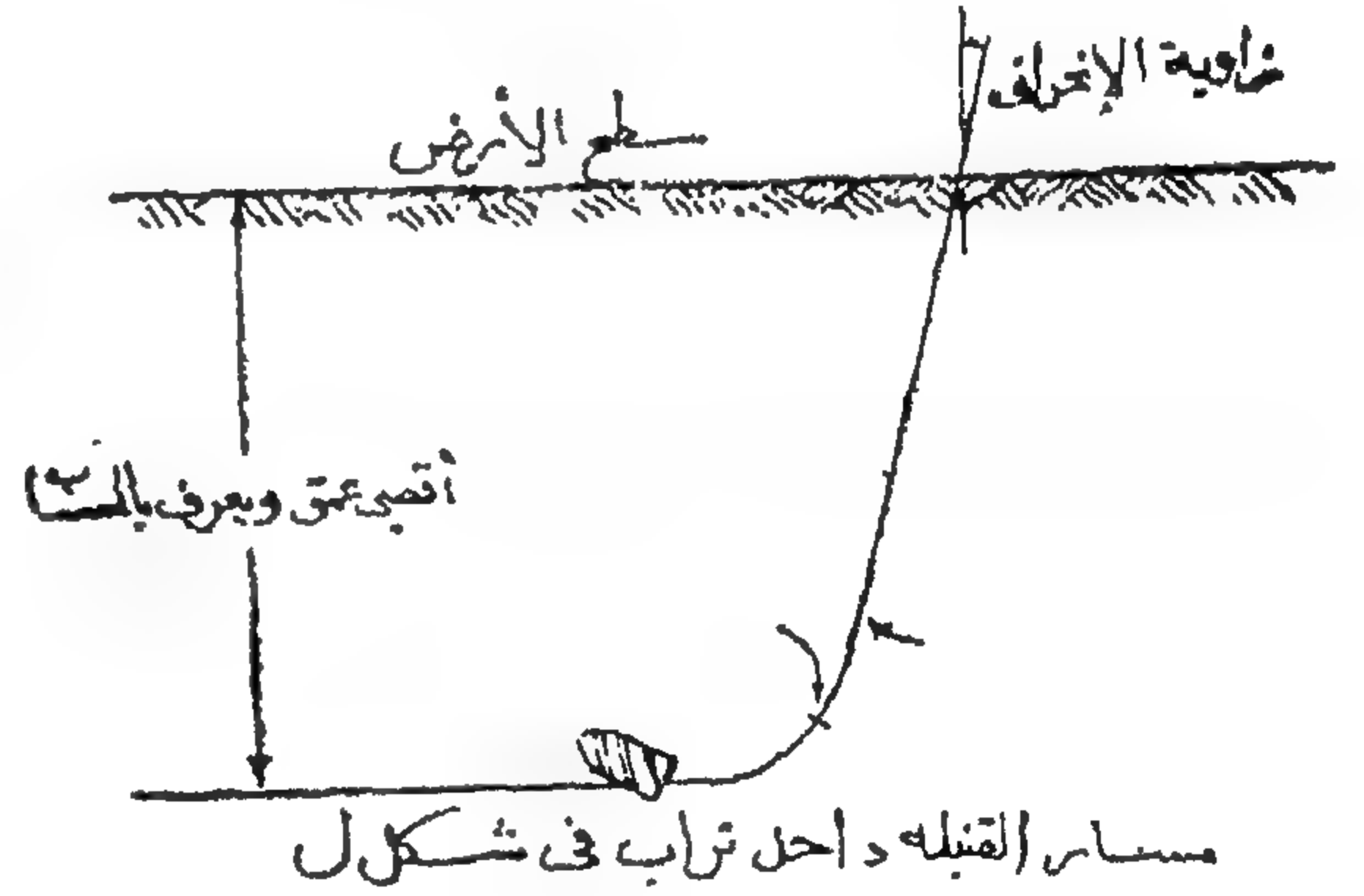
٣ - زاوية الانحراف Angle of obliquity .

٤ - قوة غلاف القنبلة

٥ - خواص المادة أو السطح الذي تسقط عليه القنبلة .

٦ - خواص المشعل وهل هو ووقى الإشعال أم مؤجله بحيث يسمح للقنبلة بإتمام الاختراق قبل تفجيرها .

وتسير القنبلة داخل المادة التي تحترقها في المسار الذي يقاومها أقل مقاومة Least resistance على ذلك نجد أن القنبلة عندما تصطدم بسطح الأرض تأخذ مساراً على شكل حرف « ل » ويبتعد هذا المسار عن شكل الخط المستقيم تدريجياً كلما اخترقت القنبلة عدة مواد مختلفة المقاومة .



شكل (١٠)

ونتيجة للتجارب المتتالية أمكن استنباط معادلة لحساب سمك الخرسانة المسلحة الذي يقاوم اختراق القنابل المختلفة التي تختلف أثقالتها من ١٠٠ رطل إلى ٢٠٠٠ رطل والتي تقاوم مقذوفات يتراوح عيارها من ٣٠ . في البوصة حتى ١٦ بوصة .



وبتطبيق المعادلة نجد السمك كالآتي :

$$X = \frac{222 \times P \times d^{.215} \times V^{1.5}}{r} + \frac{d}{2}$$

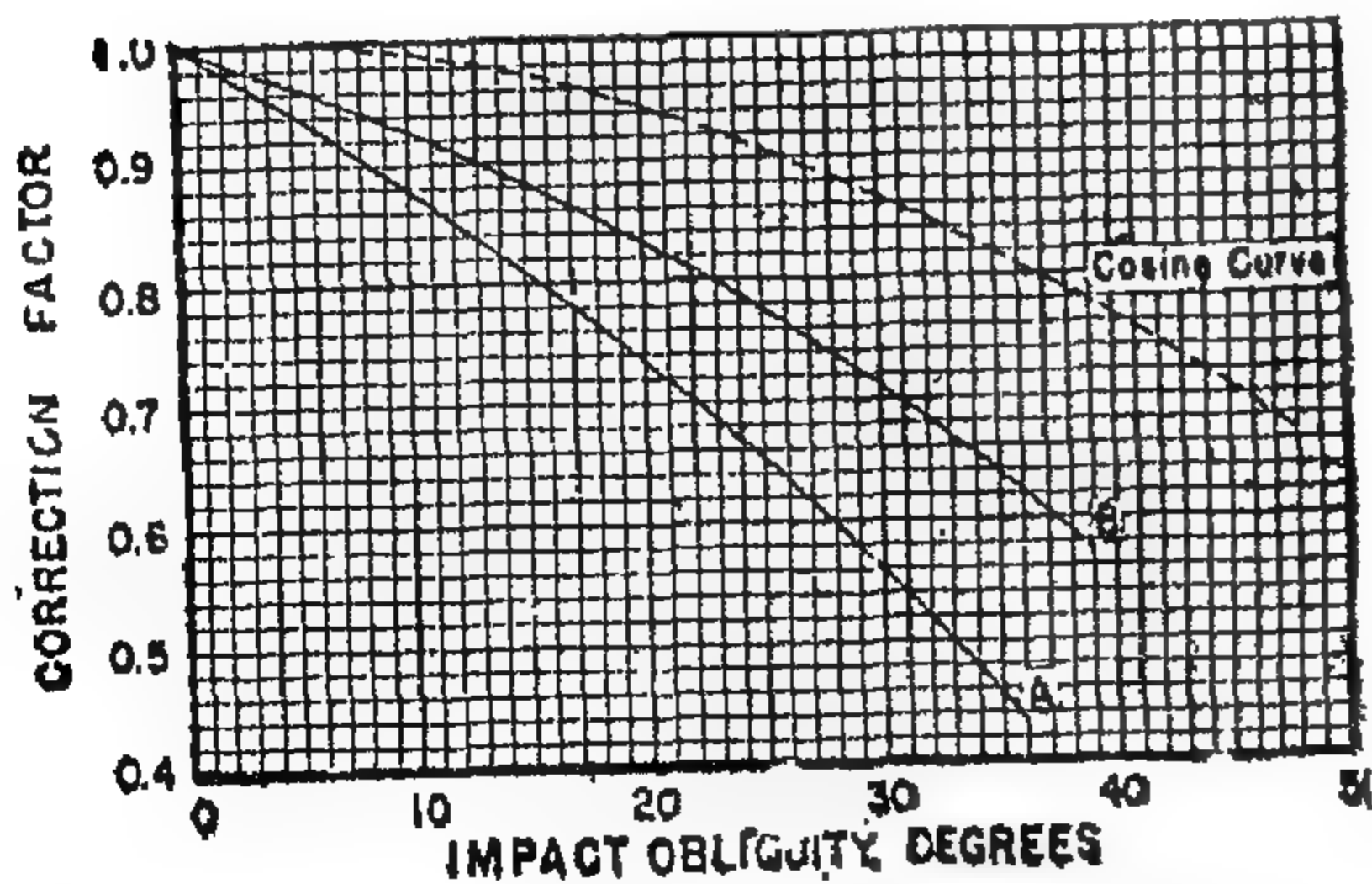
وهذا يساوى :

$$\frac{11,8}{2} + \frac{1 \times 1,7 \times 4,64 \times 222}{52,8}$$

$$= 32 + 5,9 = 37,9 \text{ بوصة}$$

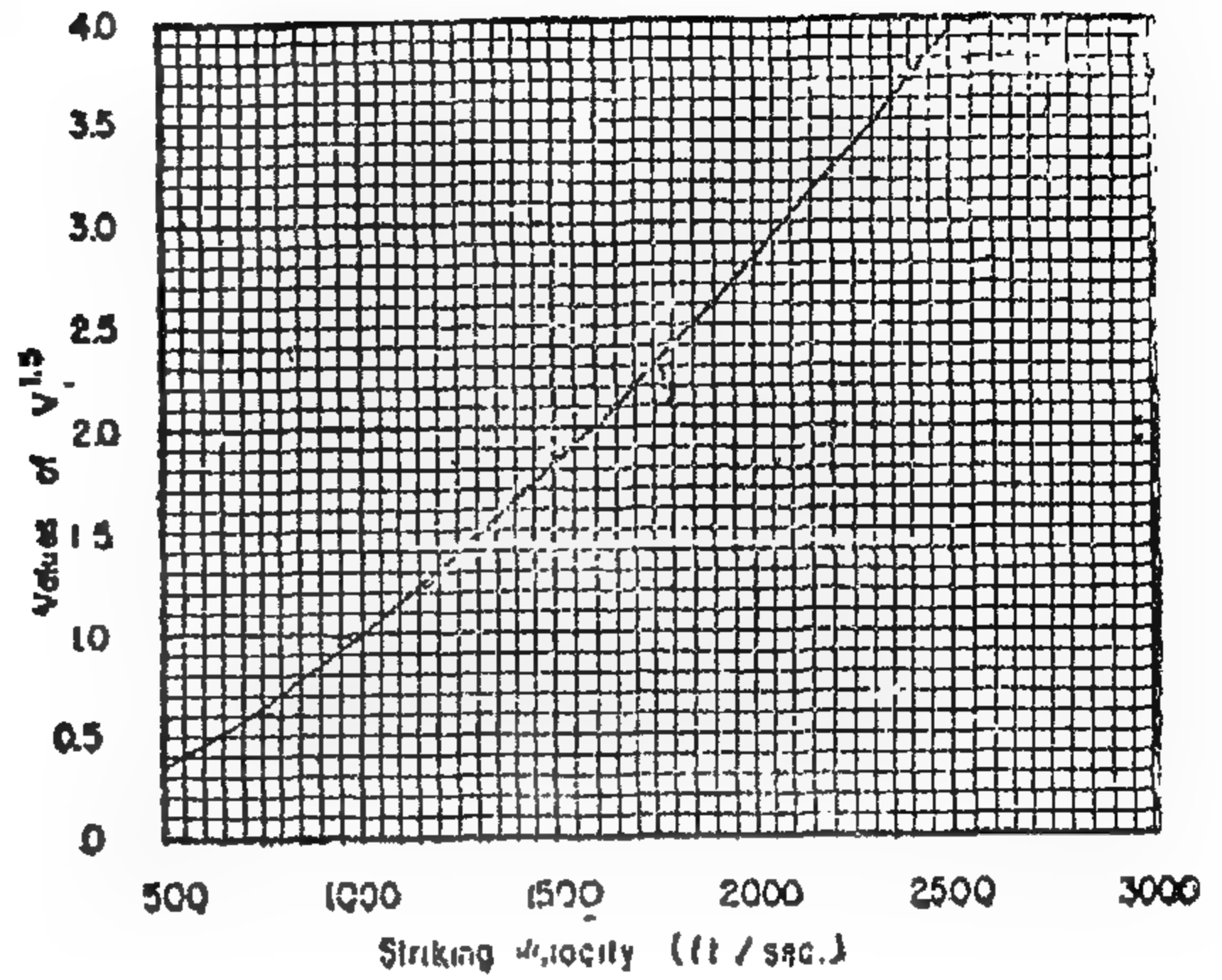
وبعد هذا قد نتساءل هل هذا هو السمك المطلوب للخرسانة ؟ والجواب أن المسألة لم تكتمل بعد .. فما وصلنا إليه خطوة من خمس خطوات إلى الحل والسمك ٣٧,٩ ما هو إلا السمك الذى تستطيع القنبلة اختراقه قبل أن تنفجر داخل الخرسانة حسب على أساس أن القنبلة سقطت رأسية أى زاوية انحرافها صفر ولكن الحقيقة أن القنبلة تسقط دائماً بميل بزاوية انحراف تبلغ فى مسألتنا هذه كما سبق فى شكل ( ١ ) ٢١ ° ومن ثم فإن القيمة الحقيقية للسمك الذى تستطيع القنبلة اختراقه بعد أن سقطت منحرفة هو فى الواقع أقل من ٣٧,٩ .

ومن هنا يلزم عمل تصحيح نتيجة هذا الميل ويوضح منحنى ( ٥ ) التصحيح الذى سيترتب عليه تقليل السمك وقد يكون النقص فى السمك أكثر من علاقة جيب التمام التى وضعت على الشكل أيضاً للمقارنة .



( منحنى رقم ٥ )

ولمعرفة كيف يمكن استخدام هذا المنحنى لإجراء التصحيح اللازم نجد أن المنحنى A للسرعة حتى ١٠٠٠ قدم ثانية والمنحنى B للسرعة ٢٥٠٠ قدم/ثانية .



( منحنى رقم ٣ )

مثال :

سقطت قنبلة زنة ٥٠٠ رطل نصف خارقة للدروع (S.A.P.) من طائرة تبلغ سرعتها ٣٥٠ ميلاً فى الساعة على ارتفاع ٢٠,٠٠٠ قدم . وكان سقوطها فوق سطح خرساني جهد الضغط لها ٣٠٠٠ رطل للبوصة المربعة . أحسب سمك الخرسانة الذى يكفي لعدم حدوث تشرخ بعد اختراق القنبلة .

الحل :

من الجدول رقم ( ١ ) نجد أن :

$$d = 11,8 \text{ بوصة } (d^{.215} = 1,7 \text{ من شكل ٤})$$

$$p = 2,62 \text{ (من الجدول ١) .}$$

ومن الجدول رقم ( ٢ ) نجد أن :

$$r = 52,8$$

ومن المنحنى (١) نجد أن سرعة الطرق التى تتسبب من سرعة طيران مقدارها ٣٥٠ ميل فى الساعة وارتفاع ٢٠,٠٠٠ قدم هى :

$$V = 1000 \text{ قدم/ثانية وتكتب هكذا ( ١,٠٠٥ )}$$

( ومن نفس الشكل نجد أن زاوية الانحراف = ٢١ °

وستستخدم فيما بعد )

$$V^{1.5} = 1 \text{ من منحنى ( ٣ )}$$

السلك بالبوصه فنستطيع أن نضرب النتائج — في القطر .  
ونتطبيق هذه المعادلة نعود إلى مثالنا السابق فنجد الآتي :

من الجدول (١)

$$d = 11.8 \text{ بوصة}$$

$$W = 150 \text{ رطل}$$

فيكون السلك أو على الأصح نسبة السلك للقطر  
ويسمى هذا بالسلك العياري أى السلك بالنسبة لعيار  
القنبلة الذى هو قطرها

$$\frac{P_e}{d} = 6100 \left( \frac{150}{11.8} \right)^4$$

$$= 6100 \left( \frac{150}{6640} \right)^4 = 6100 \times 0.0000025$$

$$= 0.001525$$

فكان السلك اللازم للانفجار سلكاً عيارياً  
 $= 1525 \times 0.001525$  أى السلك بالنسبة للقطر وبعبارة أخرى  
هذا السلك بالبوصات .

$$= 0.001525 \times 11.8 = 0.018 \text{ بوصة .}$$

وهو سلك تافه في هذا المثال كما ترى :

ولنأخذ مثلاً آخر :

اصطدمت قنبلة خدمة عمومية زنة ١٠٠٠ رطل  
(G.P...) بسطح خرساني وانفجرت بعد أن وصلت إلى  
أقصى اختراق لها . أحسب السلك الإضافي لمقاومة  
الانفجار بالبوصات .

الحل : واضح من المطلوب إننا لن نحسب السلك اللازم  
للانفجار السابق حسابه بالخطوتين الأولى والثانية . إنما  
سنحسب فقط السلك اللازم لمقاومة الاختراق .

من الجدول (١) نجد أن :

$$W = 547 \text{ رطل}$$

$$d = 18.8 \text{ بوصة}$$

وفي حالتنا هذه سبق أن حسبنا سرعة الطرق ١٠٠٥  
قدم / ثانية فباستخدام المنحنى — وعند زاوية انحراف  
قدرها ٢١° — نجد أن معامل التصحيح هو ٠.٧٢ . عند  
المنحنى A أى أن السلك اللازم هو فقط ٠.٧٢ من السلك  
السابق حسابه ، فتكون الخطوة الثانية إذاً هي حساب السلك  
بعد تصحيح الانحراف وبيان قيمته ٠.٧٢  $\times 379 =$   
٢٧٣٣ بوصة .

أن الرقم ٢٧٣٣ بوصة هو السلك الذى تستطيع القنبلة  
السائلة إذ اصطدمت به بزاوية انحراف ٢١° (أو بزاوية  
سقوط ٦٩°) أن تحترقه قبل أن تنفجر ولكن الذى  
يحدث فعلاً أن القنبلة تنفجر بعد هذا السلك فتدمر ماتحتها  
ومن ثم يلزمنا أن نحسب السلك اللازم لمقاومة هذا  
الانفجار بعد أن احتسبنا السلك اللازم للاختراق على أساس  
سقوط القنبلة رأسية كالمعادلة وكان ٣٧٩ بوصة ثم صححناه  
نتيجة للواقع أى نتيجة لسقوطها بزاوية انحراف فكان  
٢٧٣٣ .

ولدراسة السلك اللازم لمقاومة الانفجار تبرز لنا  
الخطوة الثالثة .

(ب) حساب السلك اللازم للانفجار بعد الاختراق :

ويحسب بمعادلة كتبت بعد تجارب طويلة Imperial

وهي :

$$\frac{P_e}{d} = 6100 \left( \frac{W}{d^3} \right)^4$$

حيث  $P_e$  = الاختراق بالبوصة نتيجة الانفجار

$d$  = قطر القنبلة كما هو بالجدول رقم ١

$W$  = وزن العبوة داخل القنبلة بالرطل كما هو  
بالجدول ١

ومنجد أن السلك اللازم لمقاومة الانفجار أصغر قيمة  
من السلك اللازم للاختراق الناشئ من التصادم والسابق  
حسابه بالخطوات الأولى والثانية وتعطى هذه المعادلة السلك  
بالنسبة إلى القطر ولهذا سبب سنعرفه فيما بعد . وإن شئت

السلك الذى عنده نهاية الاختراق والانفجار ولكن السطح السفلى لهذا السلك قابل للتناثر والتشقق والحديد فيه قابل للانحناء . ومن ثم لا بد من حساب السلك الذى يمنع هذا التشقق (Scabbing) .

ويوضح منحنى ( ٦ ) طريقة حساب السلك اللازم للتشقق . والنرقم الناتج هو السلك العيارى أى بالنسبة لقطر القنبلة .

ولنرى الآن كيف تستخدم المنحنى .

في مثالنا الرئيسى : وجدنا من الخطوة الأولى والثانية أن السلك اللازم للاختراق كان ٢٧٣ بوصة أى

قطر القنبلة ( ) .  

$$\frac{273}{1188} = 0.231$$
 سمكاً عيارياً ( حيث ١١٨٨ هي

وكان السلك العيارى الناشئ من الانفجار = ٠,٠١٥٢ .  
 سيكون مجموع السمكين = ٢٣١ + ٠,٠١٥٢ = ٢٣١,٠١٥٢  
 إذا قمنا عموداً من الأفقى ٢,٣١ حتى المستقيم الخاص بالتشقق ( الأعلى ) تلاقى معه عند القراءة الرأسية ٣٥ . سيكون السلك اللازم للتشقق أيضاً ( بما فيه السمك السابقة طبعا ) هو ٣٥ سمكاً عيارياً أى بالنسبة لقطر القنبلة .

أى = ٥,٣ × ١١,٨ = ٦٢,٦ = ٦٣ بوصة .  
 ولزيادة الاحتياط تتخذ خطوة خامسة وأخيرة وفيها يزداد السلك بنسبة ١٥ في المائة .

فيكون السلك النهائى للخرسانة = ٥٣,٦ × ١,١٥ = ٦٢,٦ بوصة = ٦ قدم وعلى ذلك فالمثال الذى بدأناه يلزمنا سقفاً خرسانياً سمكه ٦ أقدام حتى يسمح بالاختراق والانفجار بعد الاختراق دون أن يحدث هناك تشققاً فى السطح السفلى للخرسانة .

ولترداد تفهمها المنحنى ( ٦ ) :

إذا افترضنا أن قبلة قطرها ١٢ بوصة وأن السلك اللازم لاختراقها هو ٣٠ بوصة .. فيكون قيمة السلك بالنسبة

فيكون السلك العيارى أى بالنسبة للقطر

$$\frac{P_c}{d} = 6100 \left( \frac{W}{d^3} \right)^4$$

أو بمعنى آخر السلك بالبوصات

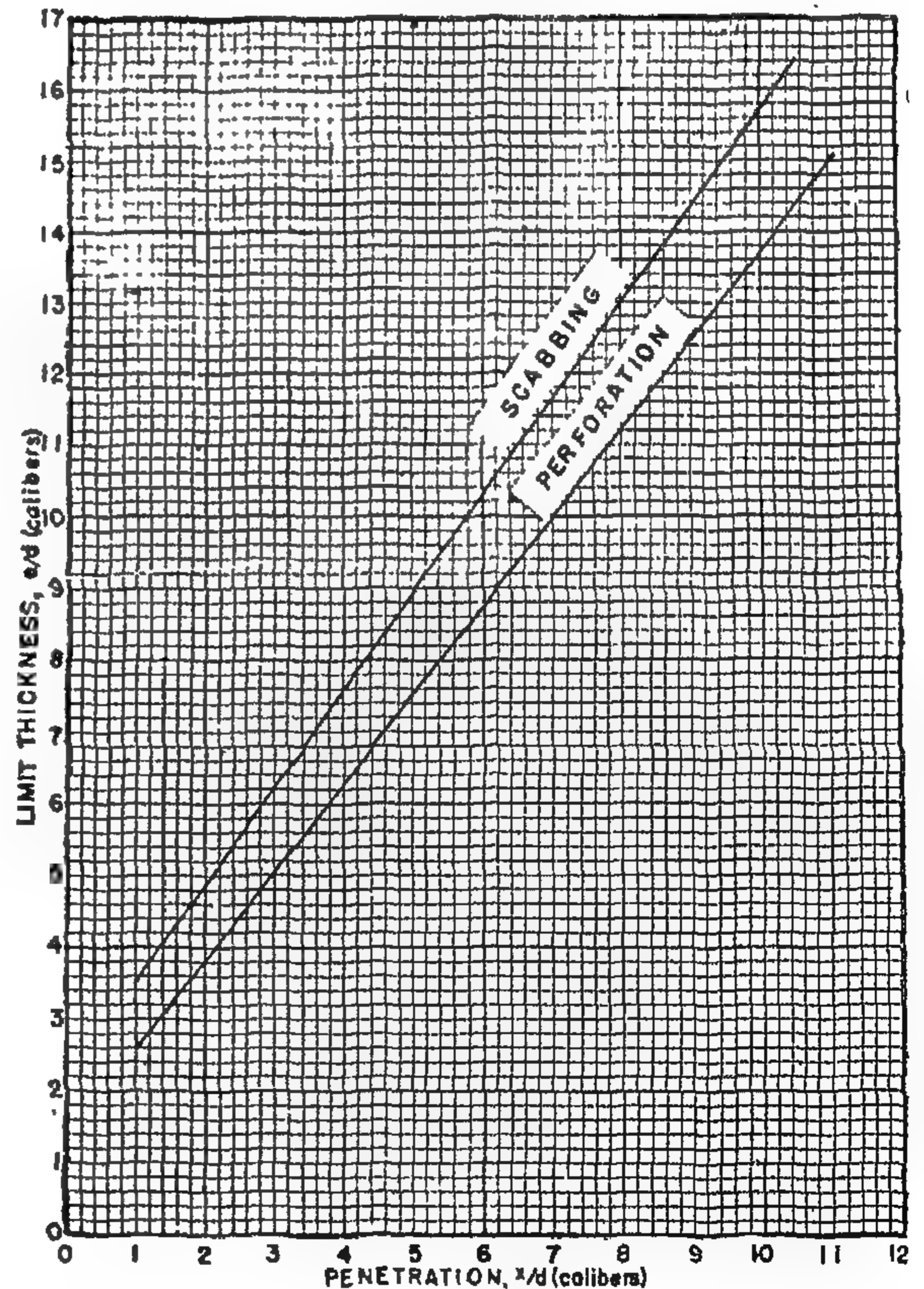
$$P_c = 6100 \left( \frac{W}{d^3} \right)^4 \times d$$

$$أى = 1188 \times \left[ \frac{547}{(1188)^3} \right]^4 \times 6100 =$$

$$= 1188 \times 0.000462 \times 6100 = 426 \text{ بوصة}$$

( ج ) السلك اللازم لمنع التشقق ( الخطوة الرابعة )

بعد أن تخترق القبلة السطح فى سمك سبق حسابه بالخطوتين الأولى والثانية تنفجر فى مسافة دائرية فى سمك حسبناه بالخطوة الثالثة . ويجمع هذين السمكين ينتج لنا



Relation of penetration to perforation and scabbing limit thicknesses.

منحنى ٦



بعد أن تصل القنبلة إلى أقصى اختراق لها فالمعروف أن القنبلة لكي تعطى أحسن نتيجة يجب أن تنفجر بعد وصولها إلى أقصى اختراق ، وهذا الانفجار يلزمه سمك يحسب

$$\text{بالمعادلة الخاصة } \left(\frac{W}{d^3}\right)^4 = 6100 \left(\frac{P_r}{d}\right) \text{ وبجمع السمكين}$$

ينتج السمك اللازم للاختراق والسمك اللازم للانفجار .

**الخطوة الرابعة :** وفيها نقول أنه رغم حسابنا للسمك اللازم إلا أنه من المحتمل حدوث تشقق .. ومن ثم فبمعرفة مجموع الأسماك السابقة يمكن من المنحنى (٦) الحصول على السمك النهائي الذي يمنع التشقق بما فيه الأسماك السابقة .

**الخطوة الخامسة :** زيادة ١٥ ٪ إحباط .

**مثال للحل :**

سقطت قنبلة ٥٠٠ رطل خ.ع من ارتفاع ٢٠٠٠ قدم من طائرة تسير بسرعة ٣٥٠ ميل ساعة (سرعتها في الهواء) فوق سقف من الخرسانة التي يبالغ جهد الضغط لها ٣٠٠٠ رطل على البوصة المربعة ما هو السمك الذي يجب أن تكون عليه الخرسانة حتى لا يحدث لها تشقق .

**القنابل والمواد الأخرى :**

(أ) الاختراق في التراب والصخر والمواد الأخرى :

تختلف قدرة اختراق مقذوف ما في مادة ما (خلاف الخرسانة) على نوعها وحالتها، كما تتوقف أيضاً على المقذوف نفسه من ناحية شكله ووزنه وقطره ومقطعه وسرعة الصدم وزاوية الانحراف إلا أن العامل المهم هو في الواقع حالة المادة نفسها فالمقدرة على الاختراق في تربة ضعيفة المقاومة أسهل من خمس إلى عشر مرات من المقدرة على اختراق طبقة حجرية مثلاً . ويمكن على العموم أن نخرج بالخلاصة التالية :

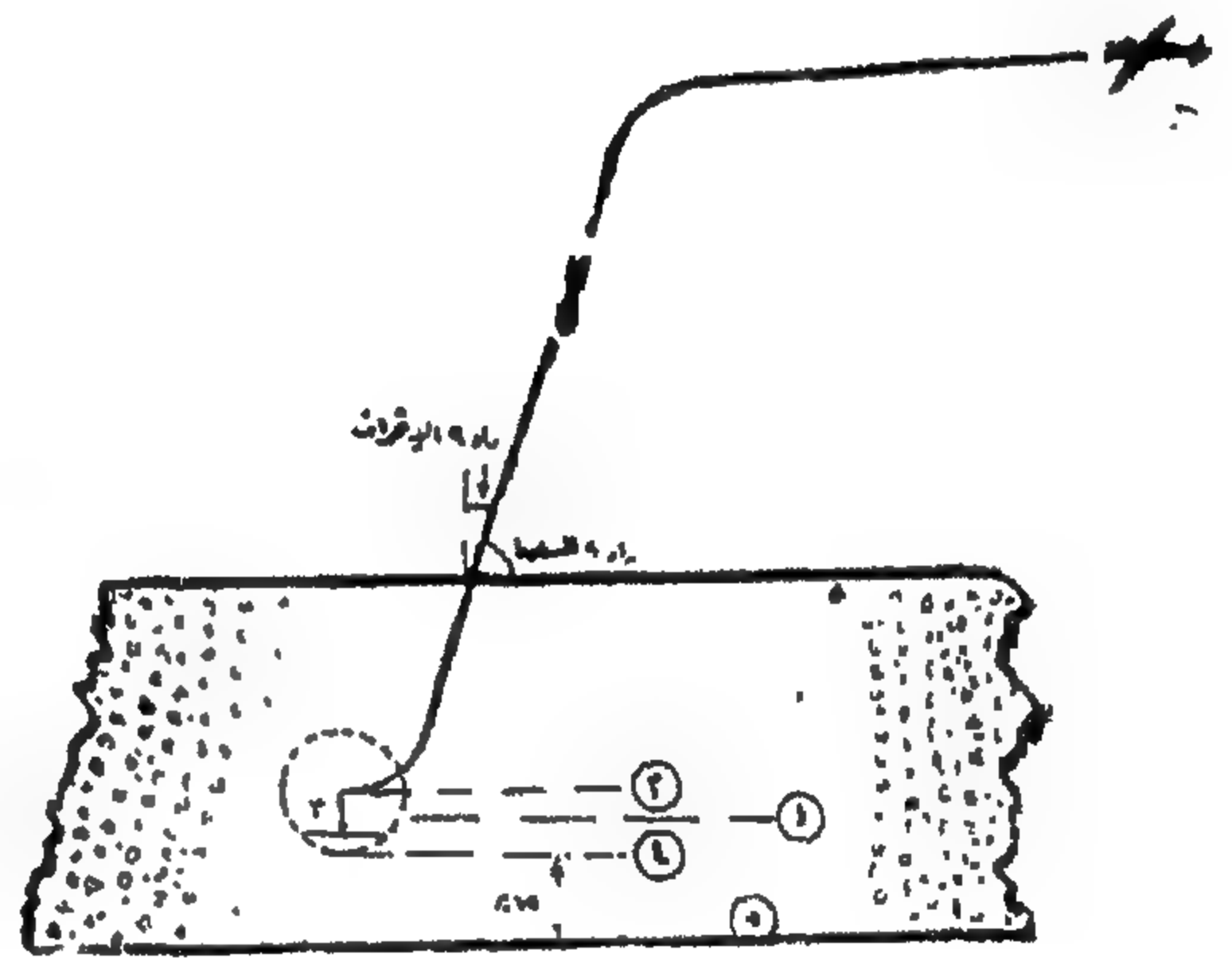
١ — إذا تساوت مادتان في الكثافة فإن الاختراق

يكون أكثر وأسهل في ذات الحبيبات الأنعم .

للقطر ٣٠ ÷ ١٢ = ٢,٥ سمكاً عيارياً .. ولو أخذنا في المنحنى خطأ رأسياً عند الرقم ٢,٥ نجد أنه تحت نفس كمية التصادم والظروف يلزمنا سقف سمكه ٤,٤ سمكاً عيارياً أي ٤,٤ × ١٢ = ٥٢ بوصة وهو ما يلزم القنبلة للاختراق فقط بينما يلزمنا سقف سمك ٥,٥ سمكاً عيارياً أي ٥,٥ × ١٢ = ٦٦ بوصة . وهذا السمك يظهر على نهايته كمية بسيطة من التشقق .

**الخلاصة :**

يمكن تلخيص الخطوات اللازمة لحساب السمك اللازم من الخرسانة الذي يحول دون نفاذ قنبلة ساقطة من طائرة في خمس خطوات :



شكل ( ١١ )

**الخطوة الأولى :** وفيها بحسب السمك الذي يكفي لاختراق القنبلة أي لوصولها إلى أقصى اختراق لها وبحسب السمك بالمعادلة .

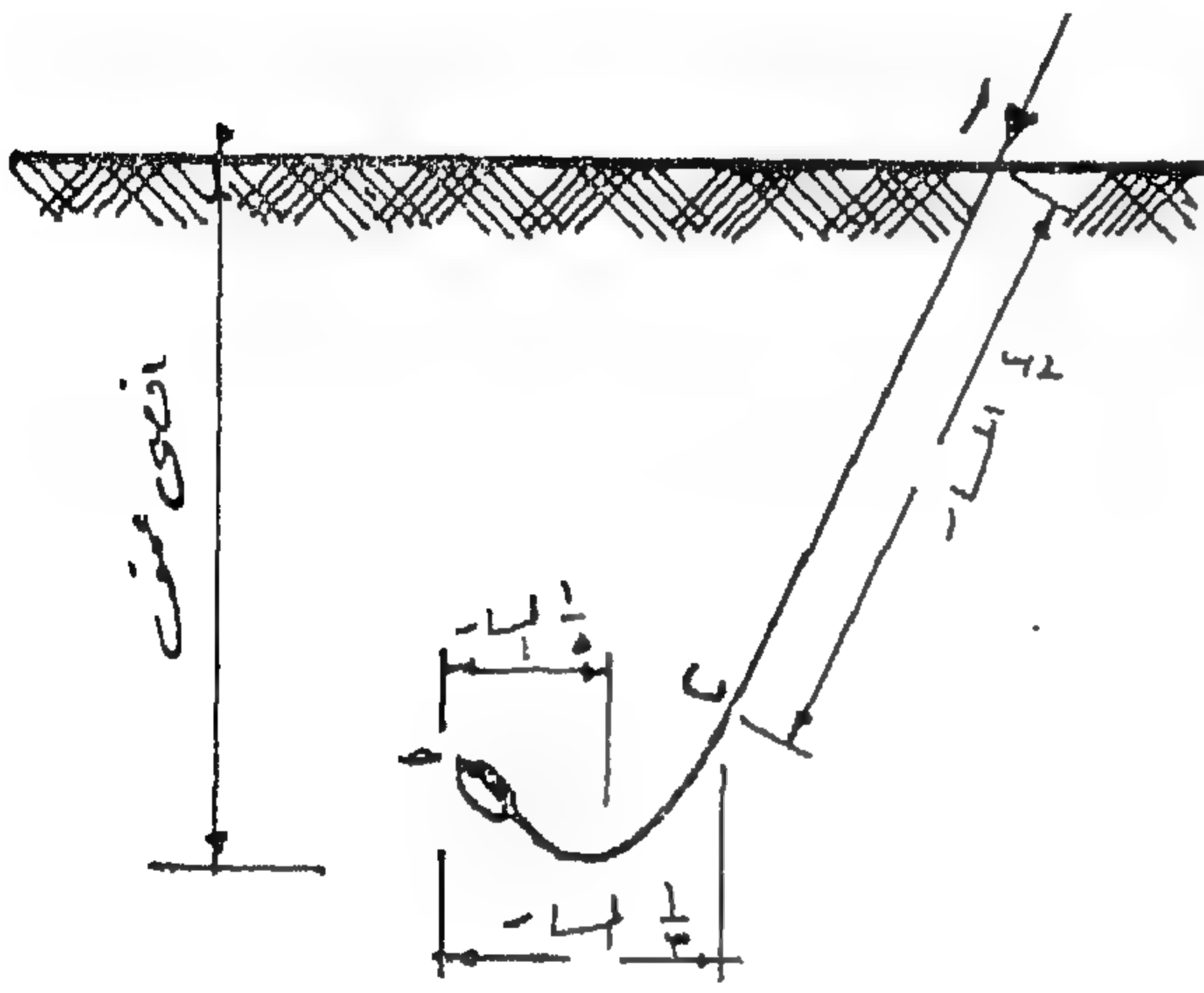
$$X = \frac{222 \times P \times d^{2.15} \times V^{1.5}}{r} + \frac{d}{2}$$

على أساس أن القنبلة تسقط رأسياً دون أي ميل لأن المعادلة وضعت على هذا الأساس .

**الخطوة الثانية :** ماهي إلا تصحيح المعادلة على أساس أن القنبلة تسقط في الواقع بميل يمكن احتساب زاويته ومن ثم فإن السمك يقل .

**الخطوة الثالثة :** ويحتسب فيها السمك اللازم للانفجار

وعندما نتحدث عن التراب بالدات يجب أن نذكر أن مسار المقذوف في التراب يأخذ شكل حرف ل ، ومنه يتضح أن الجزء المستقيم من المسار يساوى  $\frac{2}{3}$  المسار كله والجزء المنحني منه  $\frac{1}{3}$  المسار فقط ونصف قطر هذا الجزء المنحني يساوى تقريباً  $\frac{1}{5}$  طول المسار كله



شكل (١٣) مسار القنبلة في التربة

المعادلة الخاصة بالاختراق لأي مادة (خلاف الخرسانة التي حسبناها بالمعادلة رقم ١) ، ومن التجارب اتضح أن هذه المعادلة تعطى أرقاماً أكثر دقة في حالة المواد الترابية من غيرها .

المعادلة :

$$\text{بالقدم } X = KPS \text{ معادلة رقم ( ٢ ) .}$$

حيث  $X$  = طول مسار القنبلة داخل الجسم أى طول حرف (ل) الجزء المستقيم والجزء المنحني .

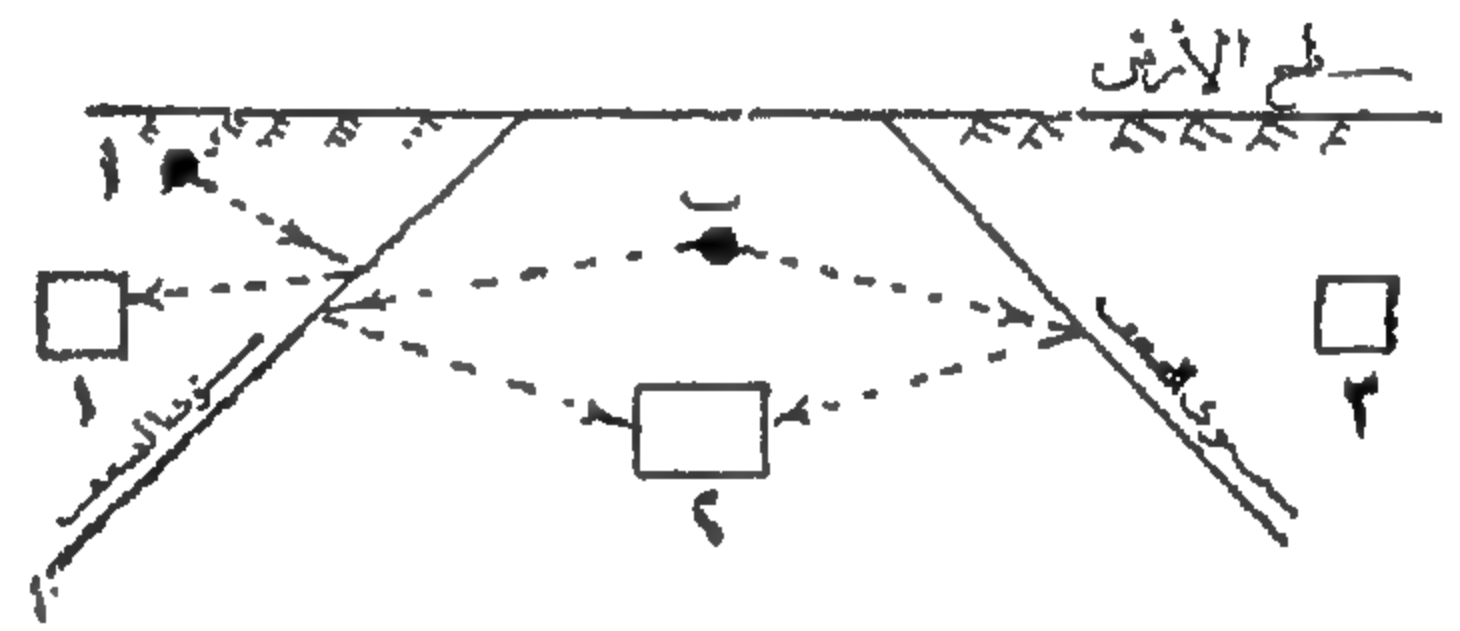
$K$  = ثابت يختلف باختلاف المادة المشترك وتوضح قيمته في جدول رقم ( ٣ ) .

$P$  = نسبة وزن ثقل القنبلة بالرطل إلى مساحة أكبر مقطع فيها نابوصة المربعة وقيمتها كما سبق في الجدول رقم ( ١ ) .

٢ - يقل الاختراق كلما رادت كثافة المادة أى كلما كانت المادة أكثر انضغاطاً .

٣ - تزداد القدرة على الاختراق بزيادة كمية المياه في المادة .

وفي حالة المناطق الصخرية تتحكم الخواص الجيولوجية للصخر في مقدرة المقذوف على الاختراق . وأهم عاملان يتحكمان في هذا هما متانة الصخر أو أيونته ثم مدى تواجد المستويات التي تفصل بين الصخور والتي تسمى ( بمستويات الضعف ) فكلما أكثر تواجد هذه المستويات كلما سهل اختراق المقذوف للصخر . وواضح أنه كلما ازداد سمك الصخر زادت مقاومته للاختراق .

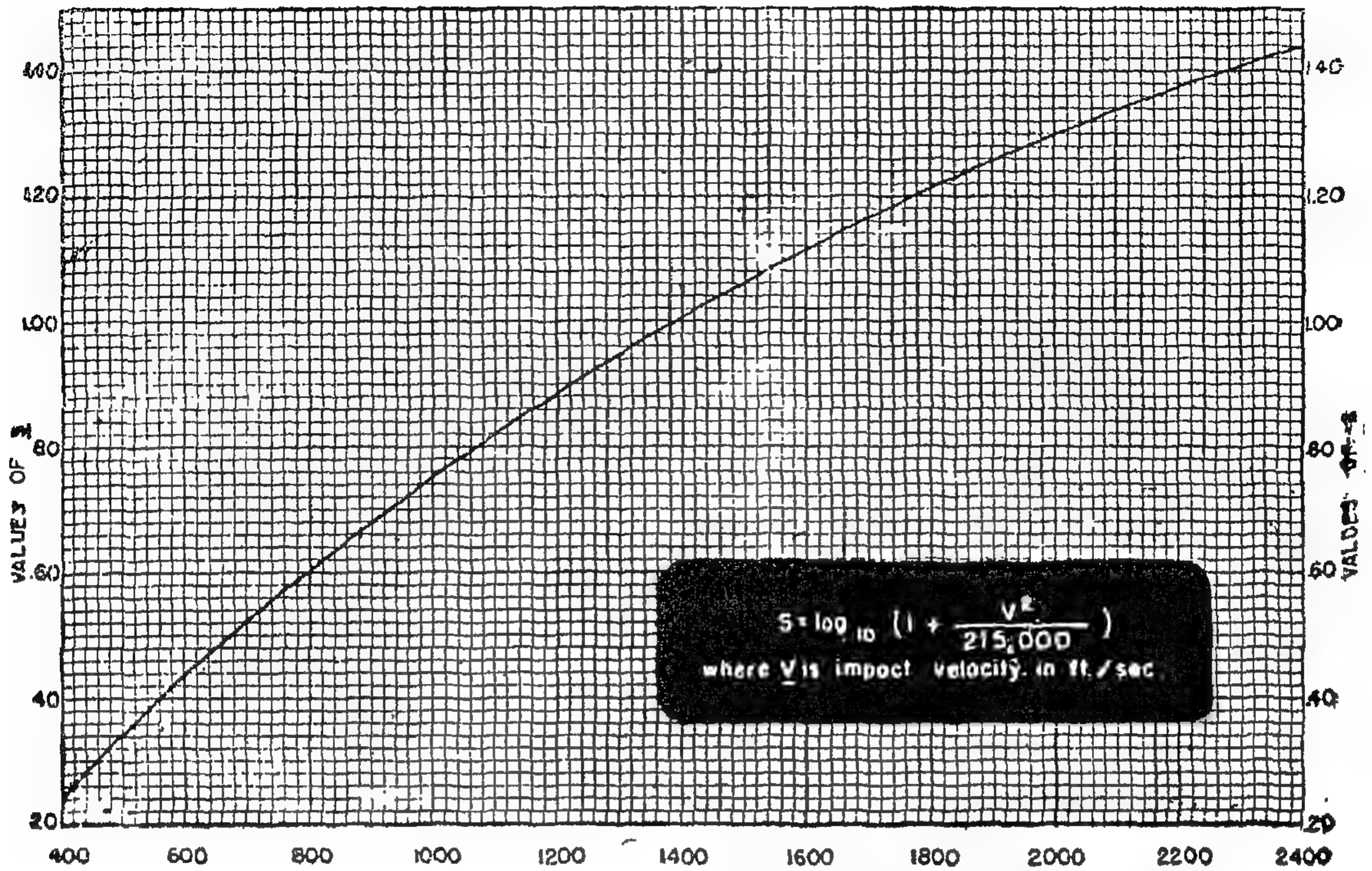


شكل (١٢)

ويمكن من الرسم معرفة مدى تأثير المستويات التي تتواجد بين الصخور على سلامة المنشآت فإذا سقطت قنبلة في ( ١ ) انعكس الضغط الناشئ منها على المستوى ووصل إلى الخبأ في ( ١ ) فخطمه . كذلك إذا سقطت القنبلة في ( ب ) انعكس الضغط الناشئ منها من اتجاهين ووصلا إلى الخبأ في ( ٢ ) أما في ٣ فالخبأ في أمن تام .

وكثيراً من المنشآت الدفاعية تعمل بمواد مختلفة في وقت واحد كعمل مخبأ من الخرسانة والتراب أو الحديد والخرسانة أو المبانى أو التراب . الخ . وهذا الجمع بين أكثر من مادة له مزايا عديدة — أولها مزايا اقتصادية ، فالجمع بين التراب والخرسانة مثلاً يوفر في التكاليف لرخص التراب وثانيها أن المقذوفات تنحرف في التراب فيتسبب عن ذلك انحراف المقذوف بزاوية عند صدمة للخرسانة مما يقلل من قدرته على الاختراق .





منحنى رقم (٧)

والمعرفة  $S$  من المنحنى رقم (٨) يلزم معرفة  $V$  سرعة الطرق بالقدم في الثانية . وهذه كما سبق تعرف من المنحنى رقم ١ بمعرفة الارتفاع ٢٠٠٠٠ ، وسرعة الطائفة ٣٥٠ ميلا في الساعة فمن المنحنى رقم ١ تكون ١٠٠٠ قدم/ثانية وزاوية السقوط ٦٩° أى زاوية الانحراف ٢١° .

$$\begin{aligned} S &= ٧٥ \\ X &= \text{KPS} \end{aligned}$$

فيكون طول المسار كما =  $٠,٧٥ \times ٢,٦٤ \times ٧٦ = ٢٦,٤$  قدم .

وهذا المسار على شكل حرف ل والمعادلة موضوعة على أساس أن القنبلة سقطت رأسياً ، ولكنها هنا سقطت بانحراف قدره ٢١° ، فيلزم عمل التصحيح اللازم للانحراف الذى سيكون من شأنه تقليل طول هذا المسار تماماً كما فعلنا في المعادلة رقم (١) الخاصة بالخرسانة المسلحة فيلزم الرجوع إلى المنحنى (٥ - A) فالزاوية ٢١ نجد أن معامل التصحيح هو ٧٢° .

$S =$  ثابت تتوقف قيمته على سرعة الطرق  $V$  وقيمته هي :

$$S = \log \left( 1 + \frac{V^2}{215000} \right)$$

ويوضح المنحنى رقم (٧) قيمة  $S$  متى عرفت سرعة الطرق بالقدم في الثانية :

مثال :

سقطت قنبلة ٥٠٠ رطل (S A P) من طائرة تطير بسرعة هوائية مقدارها ٣٥٠ ميلا في الساعة على ارتفاع ٢٠٠٠٠ قدم أحسب طول مسار القنبلة في طبقة رمالية طفالية

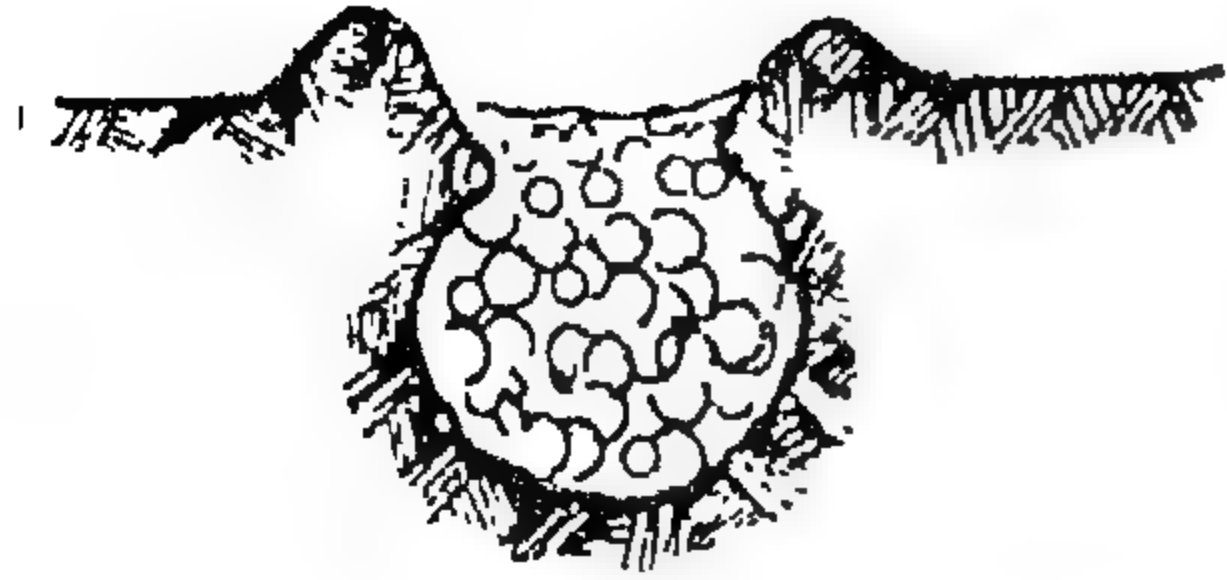
الحل :

المعادلة رقم ٢ هي  $X = \text{KPS}$

$K = ٧٦$  من الجدول رقم ٣

$P = ٢,٦٤$  من الجدول رقم ١





شكل (١٣) أشكال لمختلف الحفریات

شكل (١٤) التجويف داخل الأرض السطحي والعميق  
وفي السطحي تظهر تشققات على سطح الأرض

وبذا يكون السمك الصحيح  $= ٢,١٤ \times ٠,٧٢ =$

١٩ قدم .

أضف معامل أمن ( هنا ١٠ ٪ ) فيكون السمك المطلوب :

أى المسار  $= ١٩ \times ١,٢٠ = ٢٢,٨$  قدماً .

هذا السمك هو اللازم لمقاومة اختراق القنبلة فقط . بقى

أن نعلم أن هذه القنبلة ستنفجر ، ويلزم حساب السمك اللازم للانفجار ، واه معادلة خاصة خلافاً معادلة الخرسانة .

وفي حالة الخرسانة حسبناه بالمعادلة

$$\frac{P}{d} = 6100 \times \left( \frac{W}{d^3} \right)^{\frac{1}{3}}$$

يلزمنا إذا معرفة تأثير القنبلة بعد اختراقها للتراب

في المسار الذى حسبنا طوله في المثال السابق ، وهذا ما سنتحدث عنه .

#### (ب) القنبلة بعد اختراقها للتراب :

من المعروف أن قيمة الاختراق تتوقف على إذا ما كان

زمن الانفجار يسمح بالحصول على أكبر اختراق قبل أن

تفجر القنبلة أم لا ، وعادة تصمم القنبلة ليحدث الانفجار

بعد وصولها إلى أقصى اختراق لها . والزمن الذى يمر قبل

الانفجار يتوقف في الواقع على المنشأ الذى تسقط عليه

القنبلة كما يتوقف على نوع القنبلة نفسها ، وعندما تستخدم

وسائل التفجير المؤجلة للقنابل الساقطة على المباني أو الأرض

نجد أن عامل السرعة وزاوية السقوط .. الخ . تتحكم أيضاً

في النتائج التى نصل إليها ، وعندما نقول الحفرة الناشئة من

القنبلة في التراب فإنما نعنى بهذا التأثير الذى يحدثه انفجار

هذه القنبلة بعد وصولها إلى عمق يتراوح من ١٠ إلى ٢٠

قدم حسب نوعها والخسائر التى تحدث من قنبلة ساقطة على

مبنى بعد اختراقها وانفجارها تكون من قوة الانفجار

( قوة التمزق ) وتكون أيضاً من الشظايا المتناثرة ، بينما

الخسائر التى تحدث من قنبلة سقطت على التراب واخترقته

وانفجرت فيه تحت سطح الأرض تكون من موجة الضغط

الناشئة من الانفجار ( الخلل ) ويكون تأثير هذه الموجة

أما الحوائط التي تقع في اتجاه عمودى على الموجة الضاغطة أو الهزة فقد تنقلب في اتجاه الوجه أو في الاتجاه المضاد . ومن الممكن إلى حد ما تلاقي مضاعفات الوجه الضاغطة بوضع شكاير من الرمل لمسافة ١٠ قدم عرضاً ومثلها ارتفاعاً في أحد أركان الغرف السفلى دون أن تتصل هذه الشكاير بالحائط المقابل أو بالسقف شكل (١٥) . وبالنسبة للمواسير يحفر خندق صغير ناحية الانفجار شكل (١٦) فإنه ينقل الوجه ولا يصل إلى الماسورة وتتوقف الحفرة التي تحدث نتيجة انفجار القبلة على العمق الذي انفجرت عنده القبلة فهي على العمق الأكبر أكثر اتساعاً من الحفرة السطحية والقنابل ذات المشاعل الطرقية تسبب حفرة سطحية غير عميقة . أما تلك ذات المشاعل المؤجلة التأثير فتسبب حفرة أكبر ، أو إذا خترقت الأرض لمسافة أعمق فإنها ، تسبب انتفاخاً على هيئة جيب في باطن الأرض ، وأقصى قطر للحفرة يحدث عندما تكون مسافة الاختراق مساوية للمقدار  $(2.1 \times W^{1/3})$  ويكون نصف قطر الحفرة أيضاً مقداره  $(2.1 \times W^{1/3})$  قدماً حيث  $W$  هي وزن العبوة الموجودة في القبلة بالرطل من الجدول ( ١ ) .

والقم المباشرة لمقاس الحفرة في الأرض المتوسطة الرطوبة إذ أنه من الواضح أن درجة الرطوبة تؤثر في اتساع الحفرة والخسائر التي تحدث في المنشآت المدفونة تحت سطح الأرض معقدة والمسافات التي تحدث عندها الخسائر معقدة أيضاً وواضح أن الخسائر تتوقف على نوعية المنشأة وعلى قوة الصدمة .

ولقد عملت تجارب عدة على الانفجار الملاصق للمنشآت خرساني مدفون وحسب السمك الذي يحدث عنده خسائر ضخمة والسمك الذي يحدث عنده خسائر متوسطة والسمك الذي يمنع حدوث التشقق ويكون عنده المنشأ واقياً . ويقصد بالخسائر الكبيرة تلك التي تحدث في الحائط المدفون أثر انفجار العبوة الملاصقة له تشققات كبيرة وتطير للخرسانة كما يقصد بالخسائر المتوسطة حدوث بعض تشققات وتطير . أما السمك الواقى من التشقق فيقصد به ذلك الذي يرى بعد تشققات ضئيلة جداً .

على أشده لكل ما يقع في حدود قريبة من مركز الانفجار لمسافة تتراوح بين ١٠ أقدام ، أو ٣٠ قدماً وقد يتناثر التراب من الحفرة أو ينزاح جانباً مكوناً انبعاجاً Camouflet على حسب الحالة .

وهذه الموجات الضاغطة المنبعثة من الأرض نتيجة الانفجار قليلة التأثير على المنشآت أو الخبائء التي تتحمل كافة جهود عزوم الانحناء والالتواء والاهتزاز كما يحدث لها من الزلازل التي كثيراً ما تقاومها .

وتتدفق هذه الموجات الضاغطة بسرعة تتوقف على طبيعة التربة التي تنتقل فيها .

ونظراً لأن التربة تصبح أكثر ليونة كلما تعمقنا فيها فإن هذه الموجات تنتقل فيها في شكل معقد فمثلاً تنعكس عندما تحدث على أعماق قليلة بينما الأعماق الكبيرة التي تزيد عن ١٠٠ قدم تصبح هذه الموجات مركبة ومعقدة وتشبه تلك التي تحدثها الزلازل ، وإن كانت تفوقها في التأثير .

وقوة هذه الموجات الضاغطة تتوقف على ثقل القبلة وما بها من مفرقات وعلى العمق الذي وصل إليه الاختراق كما تتناثر قوتها بعيداً عن مركز الانفجار .

وتتعرض المصارف والأنابيب المدفونة في الأرض لخسائر كبيرة من هذه الموجات . ونظراً لأن التربة حول هذه الأنابيب تكون مضغوطة جيداً فإن هذه التربة تمتص هذه الموجات إلى حد كبير . وواضح أن المواسير الظهر أو الفخار أو الخرسانة قابلة للكسر لمسافات كبيرة من هذه الموجات الضاغطة . أما المواسير المرنة والكابلات فأقل عرضة للخسائر .

وهذه الموجات أو الهزات التي تشبه الزلازل كما قلنا تؤثر على المباني ويتوقف تأثيرها على مدى تجاوب المبنى للذبذبة وبصفة عامة فإن المباني القديمة تتأثر لمسافات كبيرة وفي بعض الأحيان يتحرك المبنى كله تجاه الانفجار أو في عكس الاتجاه ، والحوائط التي تقع في اتجاه قطري للهزة تتعرض لحركة رأسية وحركة أفقية أيضاً في زمنيين مختلفين وبالتالي تحدث فيها تشققات مائلة .

— أما بالنسبة للانفجار البعيد عن المنشأ فيتوقف التأثير الناشئ منه على نوعية المنشأ ونوعية التربة ونوعية الانفجار .

والمسافة التي لا يحدث عندها أى خسائر تسمى نصف قطر النصدع Max radius of rupture وتختلف باختلاف نوع المنشأ إن كان من الخشب أو الخرسانة وهكذا .

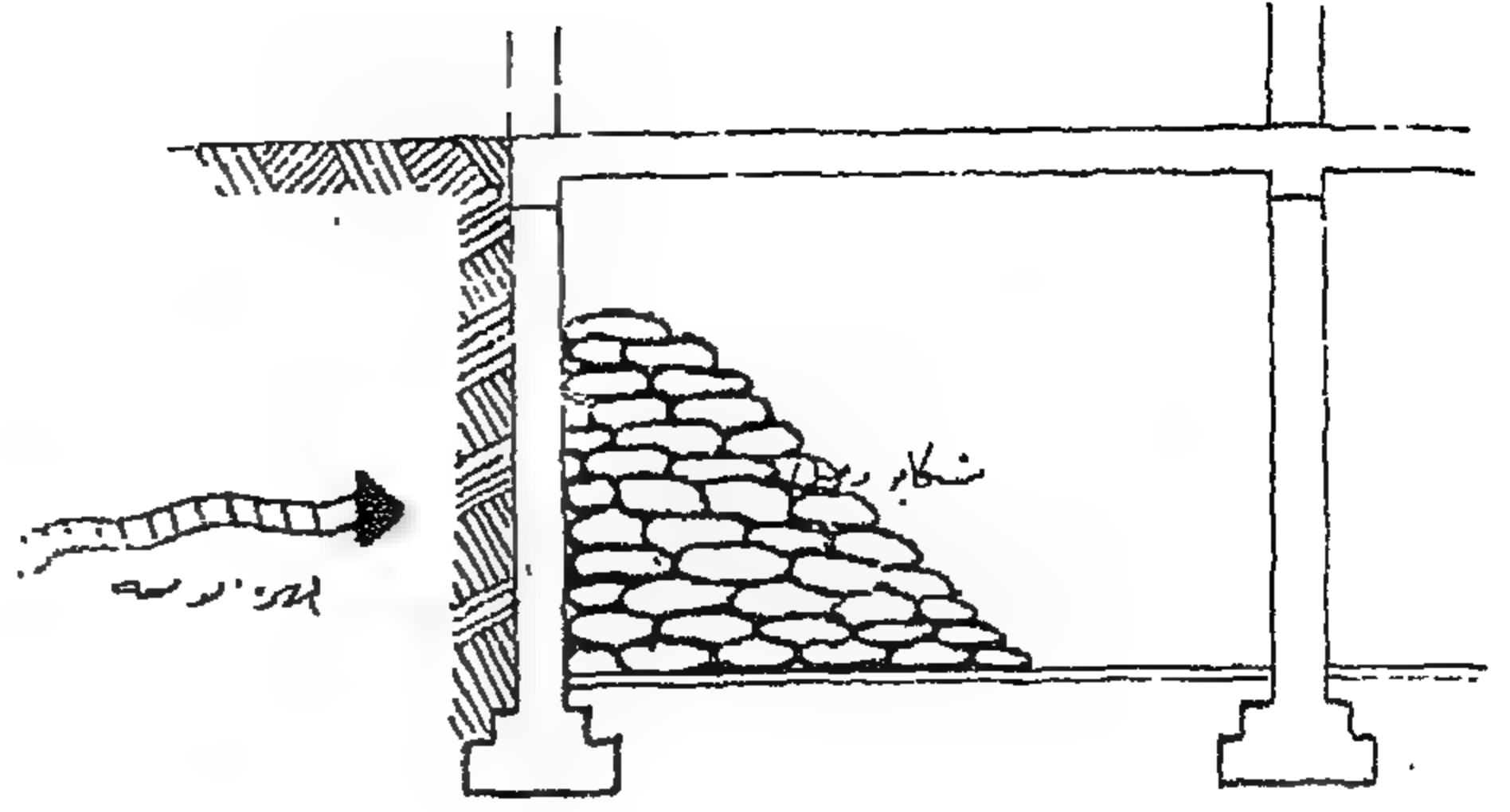
$$H_{R.R} = FW^{1/3} \quad \text{للخشب}$$

$$H_{R.R} = .7 FW^{1/3} \quad \text{للخرسانة}$$

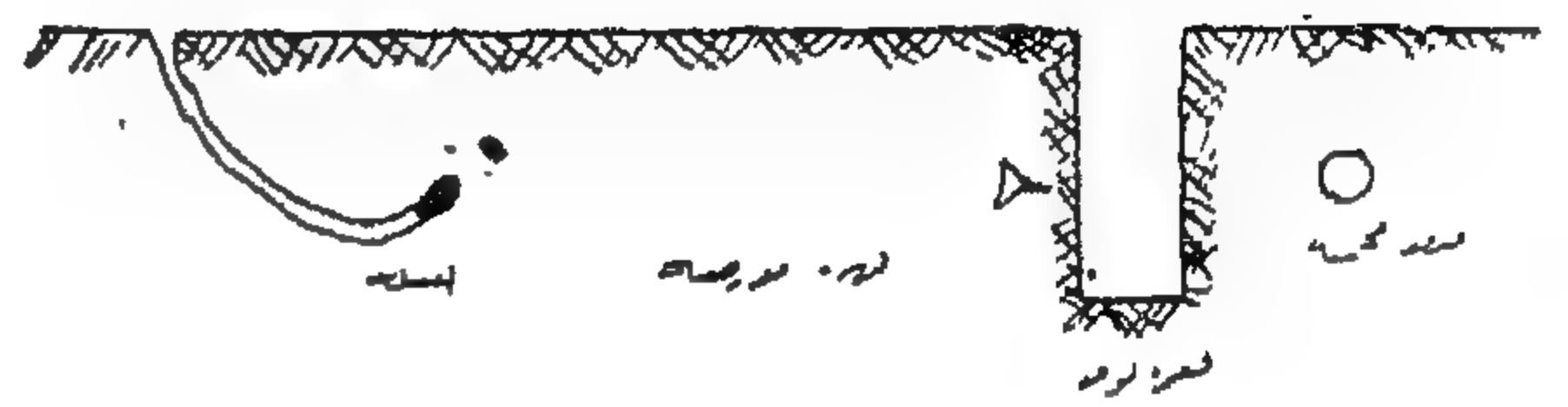
حيث  $F$  ثابت يتوقف على التربة وموضح قيمته في الجدول رقم ٤ و  $W$  وزن العبوة بالرطل .

وكما يوجد نصف قطر أفقى فإنه يوجد نصف قطر رأسى أيضاً كما هو واضح في شكل (١٧) وقيمته

$$V_{R.R} = .83 H_{R.R}$$



شكل (١٥)



شكل (١٦)

والمعادلة التي توضح سمك الحائط المدفون بالقدم بالنسبة لانفجار ملاصق له هي كالآتي :

$$1.0 W^{1/3} \quad \text{ويحدث لهذا السمك خسائر كبيرة .}$$

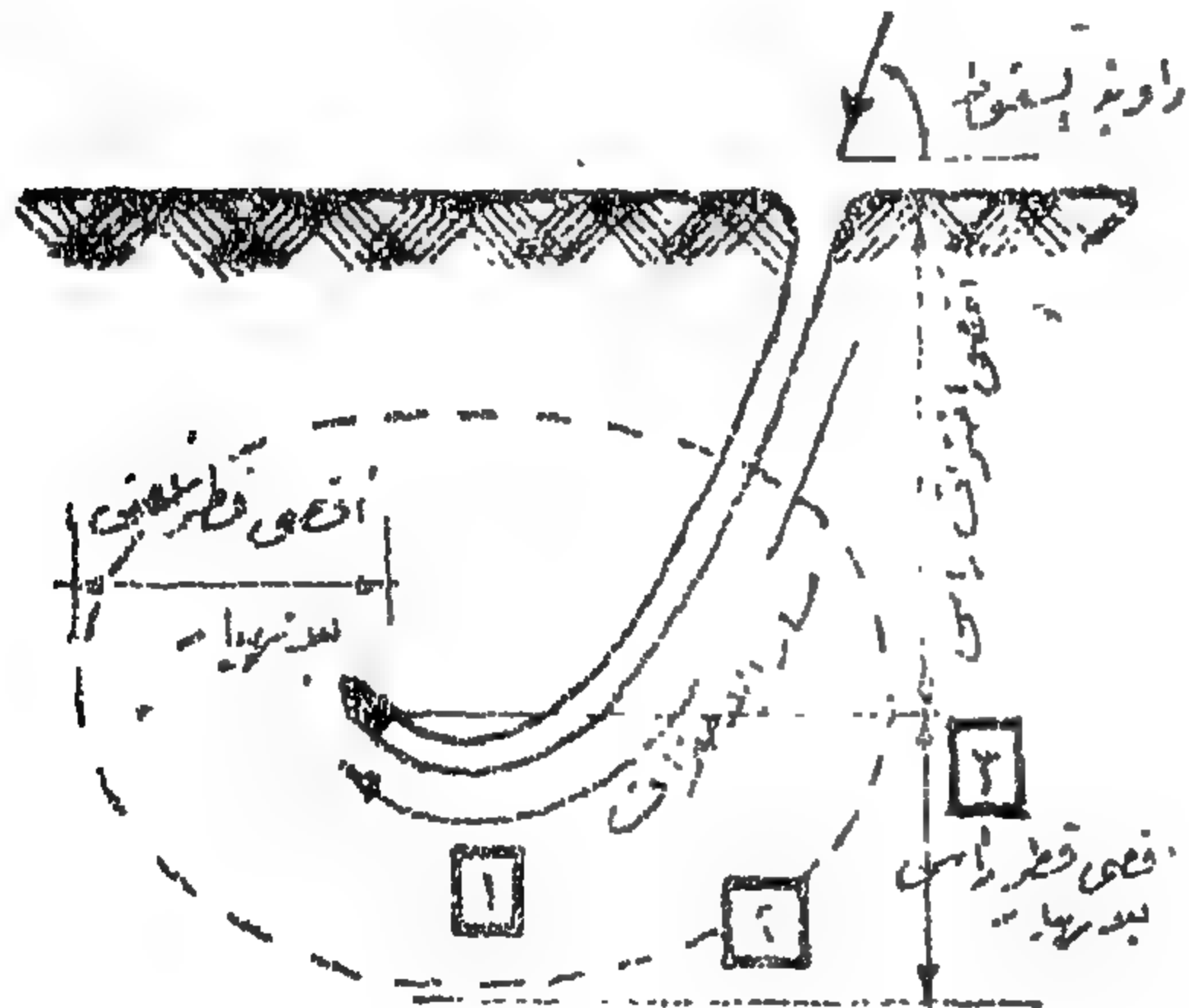
$$1.2 W^{1/3} \quad \text{ويحدث لهذا السمك خسائر متوسطة .}$$

$$1.4 W^{1/3} \quad \text{وهذا هو السمك الذي يمنع التشقق والذي يجب أن يكون عليه المنشأ .}$$

ملحوظة : كمية التسليح ١١٠ رطل للياردة المكعبة .

ومتوسط جهد الضغط للخرسانة ٣٩٠٠ رطل للبوصة

المربعة .



شكل (١٧)

وزن القبلة بالرطل	صخر صلب	صخر متوسط الصلابة كالديش	صخر لين وطوب	طفل أو طين رملى أو زلط	رمل صلب أعشاب	رمل لين	تربة لينية	طين
١٠٠	٨٧	١٠٢	١١٣	١٧٨	٢٠	٢٠٦	٢٥٧	١٦٣
٢٥٠	١١٥	١٣٥	١٥	٢٣٥	٣٦٥	٢٧٣	٣٢	٢١٥
٥٠٠	١٥	١٧٥	١٩٥	٣٠٦	٣٤٥	٣٥٤	٤٤٢	٢٨
١٠٠٠	١٨٩	٢٢٢	٢٤٧	٣٨٧	٤٣٦	٤٤٨	٥٦	٣٥٢
٢٠٠٠	٢٤	٢٨٢	٣١٤	٤٩١	٥٥٢	٥٧	٧١١	٤٥



وفي الجدول رقم (٥) توجد قيمة  $H_{R-n}$  .

محسوبة من المعادلة السابقة للمنشآت الخشبية والحرسانية.

والمدرسة الانجليزية قد وضعت بعض جداول لما يحدث من الهزات الأرضية من انفجار قنابل أغراض عامة G.P وتأثيرها على المنشآت الحرسانية بالأقدام .

ومعنى هذا أن قنبلة وزنها ١٠٠ رطل لو سقطت في منطقة صخرية صلبة فإن الهزة الناشئة من انفجارها بعد اختراقها للأرض تدمر منشأ خرسانياً إلى مسافة ٨,٧ قدم من نقطة سقوطها وكذا .

والجدول التالى عن المدرسة الانجليزية يعطى الخسائر الناتجة فى المباني من الطوب إذا ما انفجرت قنبلة بعد الاختراق لسطح الأرض .

\* \* \*

الوزن الكلى	تدمير لا يمكن إصلاحه	يمكن إصلاحه ولكن لا يمكن إعادته
رطل	قدم	قدم
١٠٠	٢٣	٥٠
٥٠٠	٢٤	٧٠
١٠٠٠	٧٠	١٠٠
٢٠٠٠	١٢٠	٢٠٠
٢٠٠٠	٢٠٠	٣٠٠
٨٠٠٠	٣٠٠	٥٥٠
١٢٠٠٠	٤٠٠	٧٠٠

ومعنى هذا أنه إذا انفجرت مثلاً قنبلة وزنها ٥٠٠ رطل فإنها تحدث تخريباً كاملاً فى محيط ٢٣ قدم من مكان الانفجار وتدميراً لا يمكن إصلاحه فى محيط ٤٤ قدم ، وتدميراً يمكن إصلاحه فى محيط ٧٠ قدم . وخارج هذا المحيط لا تأثير لها .

كذلك يبين الجدول التالى مدى التدمير الذى يحدث من الهزة الأرضية لمواسير الزهر أو الخرسانة أو الكابلات أو الأساسات سواء انفجرت القنبلة وهى فوق الأرض بمجرد ملامستها (غير مدفونة) أو بعد أن تخترق الأرض (مدفونة) .

أساسات		كابلات كهربائية أو أنابيب صلب		أنابيب زهر أو حديد أو خرسانة		وزن القنبلة
قنبلة مدفونة	قنبلة غير مدفونة	قنبلة مدفونة	قنبلة غير مدفونة	قنبلة مدفونة	قنبلة غير مدفونة	رطل
قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	
٥٠	٣٥	٣٠	١٥	٢٦	٢٠	١٠٠
١٠٠	٧٥	٣٠	٢٤	٤٠	٣٠	٥٠٠
١٥٠	١٢٠	٢٥	٢٧	٥٠	٣٥	١٠٠٠
٢٥٠	١٦٥	٥٠	٢٨	٦٥	٥٠	٢٠٠٠

ونوع الأرض ومعامل التحويل كالتالي :

نوع التربة	المعامل
أرض عادية	١,٣
طفيلية	١,٠
طباشيرية	١,٩
رملية	٠,٨

— اختراق الانفجار في الخرسانة .

$$P_c = 6100 \left( \frac{W}{d^3} \right)^{1/3} \times d$$

— سمك الخرسانة للانفجار الملاصق

$$T = 1.4 W^{1/3}$$

$$H_{RR} = .7 FW^{1/3} \quad \text{— للخرسانة}$$

$$H_{RR} = FW^{1/3} \quad \text{— للخشب}$$

$$V_{RR} = .83 H_{RR}$$

— ونصف قطر الحفرة في التراب  $2.1 W^{1/3}$  قدماً على

عمق بنفس القيمة .

٣ — الانفجار داخل المنشآت .

٢ — قوى الانفجار الذرى وهذه لن يتسع الوقت لدراستها .

ولن نعيد هذا الكلام عما جاء في (٢) فقد سبق شرحه ، وكذلك لن يتسع الوقت لدراسته (٢) .

بقي أن نتحدث عن (١) الانفجار في الهواء و (٤) الانفجار داخل المنشآت .

### الانفجار في الهواء والقوى الناشئة منه :

(١) عند انفجار قنبلة في الهواء تتحول المادة المتفجرة التي بها وهي مادة (ت . ن . ت) وما شابه إلى غاز ذو ضغط عال جداً يصل إلى (١٠٠) ألف ضغط جوى وحرارة تصل إلى ٥٥٠٠ درجة فهرنهايت — والطاقة الناشئة من الانفجار يضيع منها حوالي ٥٠٪ لتفتت الغلاف وهذا الرقم خاص بالقنبلة الخدمة العمومية والمهم أن نعلم أن جزءاً كبيراً من طاقة الانفجار يضيع في تفتت غلاف القنبلة . وعندما يتطلق هذا الضغط العالي ذو الحرارة الكبيرة كما أسلفنا ، فإن الهواء المجاور له ينزاح منضغطاً وتنتقل الحرارة إلى هذا الهواء بدرجتها العالية حتى أن الهواء يصبح مضيئاً وتسمى الجهة الخارجية المضيئة للهواء المضغوط — اللهب بمقدمة اللهب (Flame front) .

ومعنى هذا أنه إذا انفجرت قنبلة زنة ٥٠٠ رطل مثلاً فإن أنابيب الحديد الزهر أو الخرسانة إذا كانت القنبلة انفجرت مدفونة أى بعد اختراقها للأرض تدمر هذه المواسير إذا كانت في حدود مسافة ٥٠ م قدم من مركز الانفجار ، أما الكابلات وأنابيب وتدمر إذا كانت في حدود مسافة ٣٠ قدم والأساسات لا تتأثر إلا إذا كانت على مسافة أقل من ١٠٠ قدم .

ولو كانت هذه القنبلة قد انفجرت فوق الأرض أى غير مدفونة فتغير المسافات — السابقة لتكون ٣٠ قدم بالنسبة لأنابيب الحديد الزهر والخرسانة و ٢٤ قدم — بالنسبة للكابلات الكهربائية وأنابيب الصلب و ٧٥ قدم بالنسبة للأساسات .

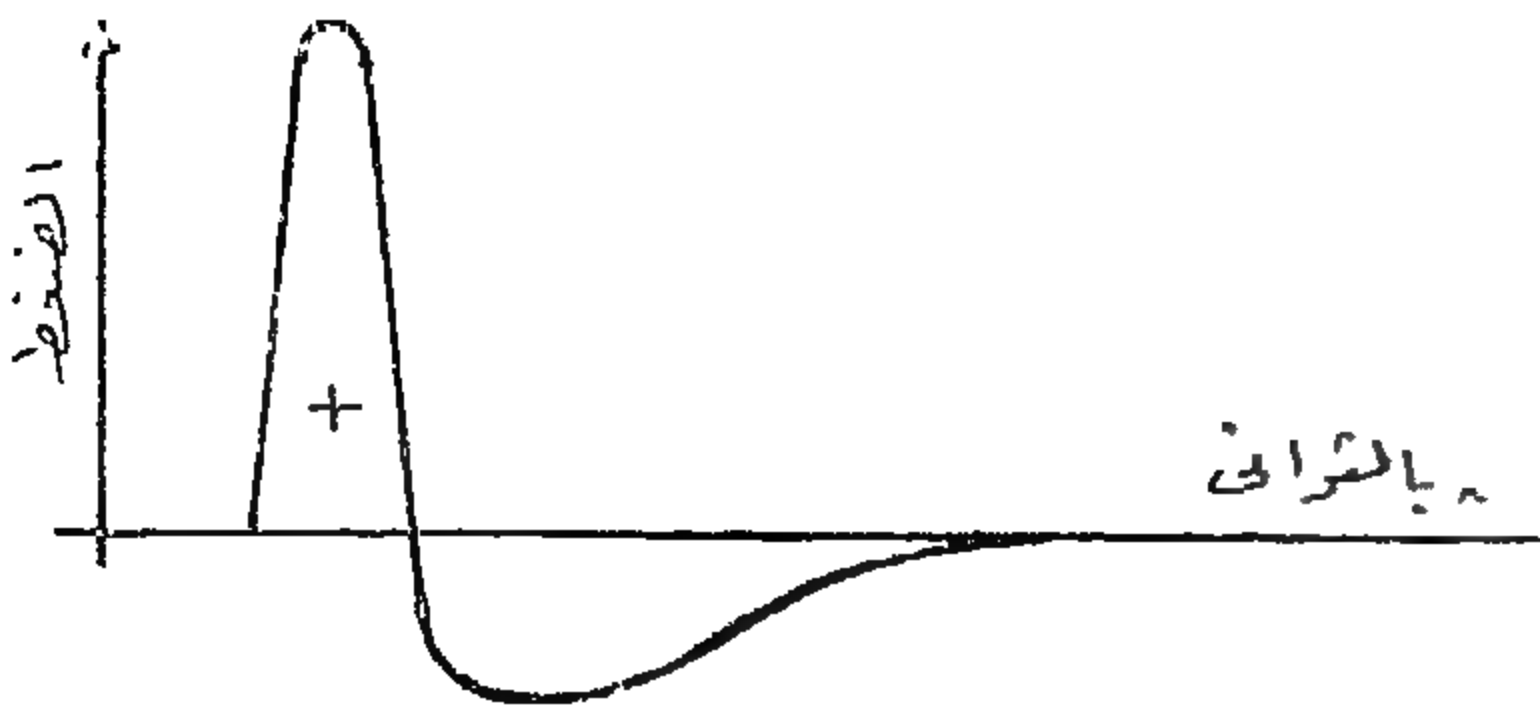
### تأثير انفجار الأسلحة

#### قوى الانفجار :

يتحتم الإلمام بالقوى الناشئة من عممية الانفجار .

١ — سواء كان الانفجار في الهواء ( أى فوق سطح الأرض أو أعلى منها أو بعد اختراق بسيط لها ) .

٢ — أو بعد أن يتم الانفجار بعد اختراقه للجسم سواء كان الجسم خرسانياً أو ترابياً وما شابه على النحو الذى سبق أن بحثناه بالمعادلات .



ويحسب الضغط Peak-Pressure بالمعادلة التالية :

رطل على البوصة المربعة

$$P = \frac{4120}{Z^3} - \frac{105}{Z^2} + \frac{39.5}{Z}$$

$$Z = \frac{r}{W^{1/3}} \quad \text{حيث :}$$

(  $r$  هي المسافة بالقدم من مركز الانفجار والحائط المعرض للضغط .  $W$  وزن العبوة بالرطل ) .

وهذه المعادلة تعطي قيمة الضغط الجانبي على المنشأ ، أما الضغط في مواجهة البناء في اتجاه موجة الضغط فضعف هذه القيمة .

وكمثال لو فرضنا ٢٥٠ رطل ( ت . ن . ت ) على مسافة ( ٥٠ ) قدم نجد أن :

$$Z = \frac{r}{W^{1/3}} = \frac{50}{(250)^{1/3}} = \frac{50}{6.3} = 7.94$$

$$P_s = \frac{4120}{(7.94)^3} - \frac{105}{(7.94)^2} + \frac{39.5}{(7.94)} = 8.24 - 1.67 + 4.98 = 11.55 \text{ (P.S.I.)}$$

$$P_{\text{total}} = 2 P_s = 2 \times 11.55 = 23.1 \text{ (P.S.I.)}$$

ولحساب قوة الدفع (Impulse)

$$I = .054 \frac{W^{1/3}}{r} \quad \text{للقنابل (خ . ع)}$$

$$= .081 \frac{W^{2/3}}{r} \quad \text{للعبوات غير مغلفة}$$

$$= .036 \frac{W^{2/3}}{r} \quad \text{للعبوات ذات الغلاف السميك}$$

والسرعة التي يتحول بها الغاز الناتج ذو الحرارة العالية تختلف من ٦٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ قدم في الثانية ثم يبرد الغاز بسرعة ويفقد أكثر سرعته بعد مسافة تصل إلى ٤٠ أو ٥٠ مرة قطر القنبلة .

وفي الوقت الذي تتطير فيه الشظايا الناشئة من تفتيت غلاف القنبلة بسرعة ما بين ٤٠٠٠ و ٧٠٠٠ قدم في الثانية نجد أن النقص في سرعة الغاز السريع الذي يحدث يتسبب عنه أن تتخلف الموجة الضاغطة عن الشظايا سابقة لها نتيجة أن النقص في سرعة الغاز وهي أعلى من سرعة الشظايا تحدث بسرعة وبكمية كبيرة .

ومن هنا نجد أن قوة الانفجار أو قوة تمزق الهواء blast-wave تتكون من ظاهرتين إحداهما موجبة والأخرى سالبة .

والموجة الموجبة وهي ذات ضغط عال ولكن تحدث في وقت قليل تصبح موجة سالبة أو خاضعة أو شفط أقل من الموجة الموجبة الضاغطة في القيمة ولكن تستمر لوقت أطول .

والموجة الضاغطة Shock-Wave يعبر عنها بشيئين :

الأول — قيمة الضغط الموجب المرتفع

(Peak-pressure)

الثاني — قيمة الدفع Impulse وهو قوة تتكون

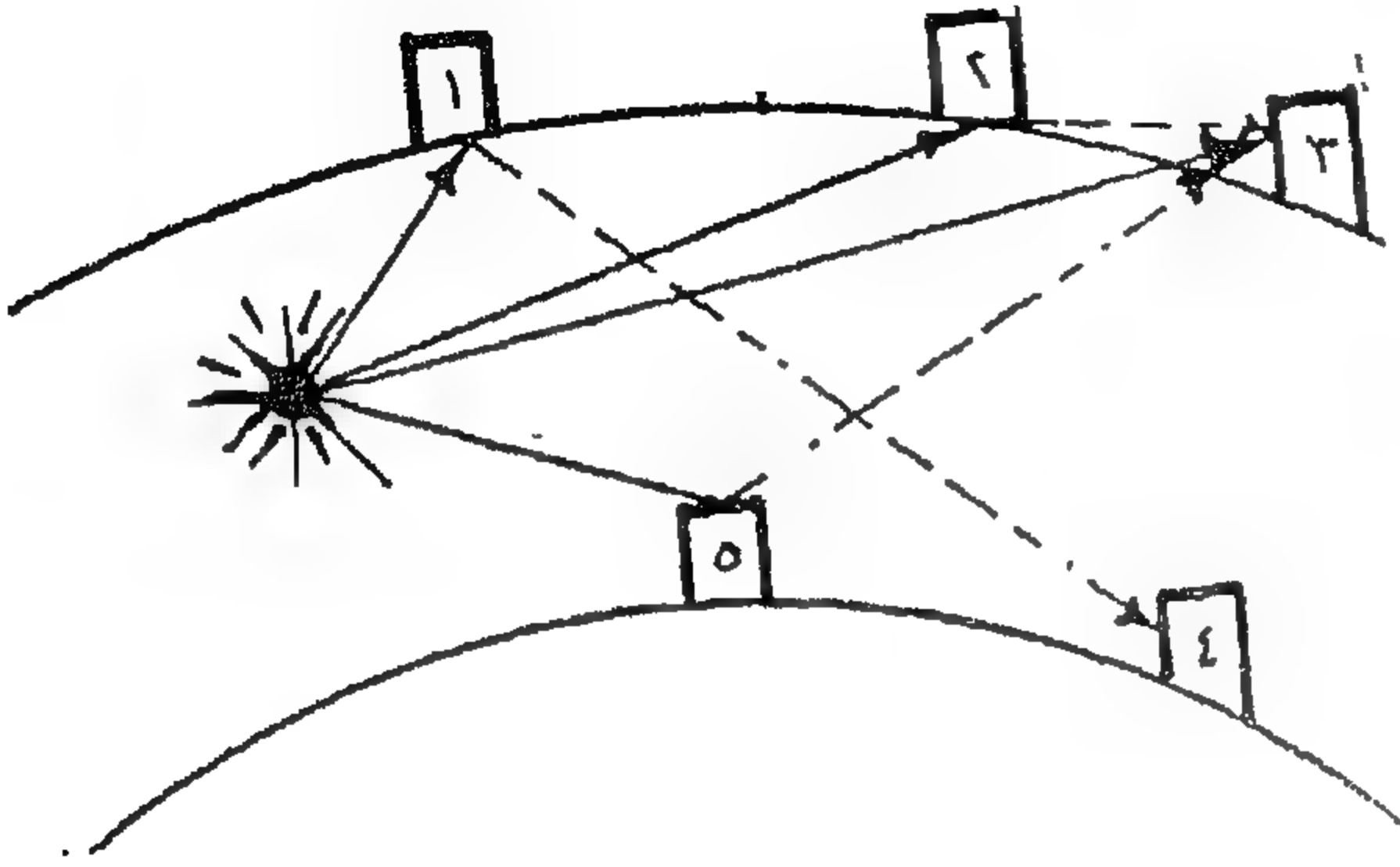
من حاصل ضرب الضغط في الزمن الذي استمر فيه بالرطل في الثانية على البوصة المربعة .

وعلى هذا فيلزم لمعرفة الخواص المؤثرة على التصميم أن نلم بقيمة الضغط والزمن الذي يستمر فيه حتى نحسب الدفع أو قوة الدفع المؤثرة والضغط الناشئ من الانفجار عال جداً كما ذكرنا وقيمته أكبر من الجهد الذي تتحمله المنشآت . ونظراً لأن الزمن الذي يستمره قليل فإنه يمكن النظر إليه على أنه ( ضربه ) blow أو أكثر منه ( حملاً ) Load

ومن هنا نجد في الحقيقة أن التدمير يتأثر بقوة الدفع وليس بالضغط . وقوة الدفع هي الضغط  $\times$  الزمن . أو في المساحة في هذا المنحنى :



تكرار الإنعكاس في النهاية موجة سالبة أقوى من الموجة السالبة الأصلية يترتب عليها نزع الأبواب والشبابيك في الأدوار السفلى تجاه الشارع وتسمى هذه الظاهرة (Freak).



( شكل ١٨ )

(ب) يأتي بعد هذا الكلام عن الشظايا :

عند انفجار القنبلة بالإضافة إلى ماسبق من حرارة وضغط وقوة دفع يحدث من تفتت جدار القنبلة ومكوناتها آلاف الشظايا التي تتطاير بسرعة ما بين ٤٠٠٠ و ٧٠٠٠ قدم في الثانية .

وهذه الشظايا تسبب خسائر لمسافة آلاف الياردات وأخطر الشظايا هي ما ينتج من انفجار القنابل في الهواء وتتناقص سرعة الشظايا كلما طالت المسافة لكن تناقصها كما سبق أقل من تناقص سرعة الموجة الضاغطة .

ويتوقف عدد وحجم الشظايا واتجاهها والمسافة التي تقطعها على الجزء الذي انفصلت منه القنبلة .

فالشظايا المنفصلة من مقدمة القنبلة أقلها وتتطاير الأمام في مخروط ضيق ، والشظايا المنفصلة من الذيل أخفها وتتطاير كسابقها ولكن في اتجاه عكسي وشظايا الأجناب أكثرها تأثيراً في التدمير . وأكثر المناطق كثافة من الشظايا هي تلك الواقعة بعد ١٠ ديجات من العمود على محور القنبلة وللخارج .

حيث  $I$  هي قوة الدفع بالرطل في الثانية على البوصة المربعة ولـ  $I$  تقدر الفائدة التي يمكن أن نحصل عليها من المعادلات أعلاه نجد مثلاً أن الطوب إذا كان قوة الدفع  $(I = .09)$  رطل ثانية على البوصة المربعة فإن هذا الدفع كفير . بنسف حائط الطوب نسفاً تاماً ، وإذا كانت قوة الدفع عليه  $(I = .04)$  فإنه يحدث في الحائط تدمير وليس نسفاً تاماً .

ومن هنا يمكن حساب المسافة التي عندها يتسبب الانفجار في نسف المنازل المبنية من الطوب والمسافة التي عندها يحدث للحوائط تدمير متفاوت كآلى :

( وفي حالة انفجار قنبلة ٥٠٠ رطل خ . ع )

$$I = .054 \frac{W^{2/3}}{r}$$

$$r = \frac{.054}{I} W^{2/3} = \frac{.054}{.04} (274)^{2/3} = 57 \text{ feet}$$

ومعنى هذا أن المنازل التي على بعد ٥٧ قدم من مركز انفجار القنبلة ٥٠٠ رطل خدمة عمومية يحدث بها خسائر وتدميرات متفاوتة كذلك :

$$r = \frac{.054}{.09} (274)^{2/3} = 25 \text{ feet}$$

ومعنى هذا أن المنازل التي في دائرة على بعد ٢٥ قدم من مركز الانفجار يحدث لها نسفاً تاماً .

وقوة التمزق blast هذه يتسبب عنها تساقط أوراق الشجر ولكنها لا تؤثر على المداخل وماشابه لالتفافها حولها بينما تتأثر المداخل من القوة الضاغطة في حالة الانفجار تحت الأرض كما تسبب قوة التمزق تدمير الزجاج في دائرة نصف قطرها ٢٠٠ قدم في حالة انفجار قنبلة ٥٠٠ رطل خ . ع .

وبالنسبة للموجة السالبة أو الشافطة فقد يحدث إذا كان الانفجار في شارع ضيق أن ينعكس هذا الضغط السالب مرات عدة على المنازل على أجناب الشارع الضيق وينتج عن

الزلازل أى بارتفاع لا يزيد عن ١٠٠ قدم ومصممة على ضغط جانبي يساوى ١٠/١ الثقل الرأسى gravity load .

وقد وجد أن المازل التى كانت قريبة من منطقة الانفجار كانت المحملة الرأسية لقوة الانفجار أكبر من الجانبية . وعلى المسافات البعيدة كان العكس إذا كانت المحملة الجانبية أكبر من الرأسية . وعلى هذا فكان نوع الحسائر فى الحالة الأولى من أعلى لأسفل ، وفى الحالة الثانية تسبب القوة الجانبية فى انحناء المازل وتطاير الأسقف .

ولمقاومة الانفجار الذرى يراعى الآتى :

— لا يزيد الإرتفاع المبني عن ١٠٠ قدم .

— المصمم يفترض ضغط رياح جانبي مقداره ( ٩٠ رطل

للقدم المربع ) كما يفرض محمله رأسية مقدارها ٧٠ رطل

للقدم المربع — وهذا للقنبلة الذرية ( ٣٠ كيلو طن ) .

#### الانفجار داخل المنشآت :

لو سقطت قنبلة على منشأ من أعمدة خرسانية وجوائط

من الطوب — فالحسائر على النحو التالى :

١ — تدمير مبدئى فى المنطقة التى تتمد فيها الغازات

وهى منطقة اصطدام القنبلة .

٢ — تدمير من قوة الانفجار المحصور ( Confined-Blast )

للجوائط والقواطيع مع ما يصحب ذلك من محصلة مدمرة للأعمدة .

٣ — تدمير من قوة انفجار المحصور للأسقف .

٤ — تدمير للسكمرات نتيجة لانتقال أحمال كبيرة إليها

من الأسقف .

٥ . تدمير الأعمدة نتيجة الأحمال الرأسية ( سواء

لأعلى أو أسفل ) والمنتقلة إليها من السكمرات والأسقف .

٦ — تدمير ثانوى تحطيم كمره أو عمود مما ذكر

عالية .

ويمكن الكلام عن كل من هذه على نحو من

التفصيل .

( ح ) وإذا ما حدث الانفجار ملاصفاً للمبنى الخرسانى فإن السمك اللازم للحائط الخرسانى أعلى الأرض هو

$$T = 0.8 W^{1/3} \text{ بالقدم}$$

وسبق أن ذكرنا أن السمك اللازم للخرسانة للانفجار

الملاصق تحت الأرض هو  $T = 1.4 W^{1/3}$  قدماً .

( و ) مقارنة بين الانفجار الذرى وانفجار القنابل

التقليدية .

ولو أن المجال لن يتسع للحديث عن الانفجار الذرى

إلا أنه من المناسب أن نجري مقارنة بين تأثير كليهما .

إن الانفجار الذرى يحدث من القنابل التقليدية الشديدة

الانفجار يتكون عنه طاقة ناتجة من تفاعلات كيميائية

بينما الطاقة الناتجة من القنبلة الذرية ناتجة عن تفاعلات نووية

تتسبب من إنقسامات من ذرات اليورانيوم أو البلوتونيوم .

وإذا ما تساوت الأوزان نجد أن الطاقة ، الناشئة من

التفاعل الذرى أكبر من تلك الناشئة من انفجار القنابل

التقليدية ملايين المرات . وهذه الطاقة الذرية الضخمة التى

تتحرر فى واحد على مليون من الثانية هى التى تسبب القوة

الرهيبية للقنبلة الذرية . وتسبب هذه الطاقة على الأقل فى

إحداث قوه التمزق وعلى هذا تعتبر القنبلة الذرية كالقنبلة

التقليدية سلاحاً انفجارياً أى يحدث تأثيره من قوة الانفجار

أو قوة التمزق blast weapon وهذه الطاقة الهائلة التى

تنطلق من القنبلة الذرية فى هذا الزمن الضئيل جداً بحرارة

تشبه حرارة باطن الشمس .

ومن هنا تنطلق حرارة وإشعاعاً يحمل ثلث الطاقة

الناتجة thermal (Heat) radiation وهذه الحرارة

الإشعاعية قادرة على حرق الجلد على بعد ميلين كما تسبب

تأثيرات متفاوتة حتى عشرة أميال . هذا بخلاف إشعاعات

جاما وبيتا وتأثيراتها مما لا نستطيع الإسهاب فيه .

ويمهنا أن نعرف خاصية معينة من انفجار القنبلة الذرية

وتأثير قوة انفجارها على المنشآت الخرسانية كما حدث فى

هيروشيما ونجازاكي حيث كانت مبانيها منشأة لمقاومة

## ١ — التدمير البدئي :

المنطقة التي يتم فيها التدمير السكامل منطقة صغيرة نسبياً .

والقنبلة عند سقوطها على سقف الدور الأخير قد لا تنفجر إلا بعد اختراقها لعدة أدوار وعادة لا يزيد ما تحترقه عن سطح وأربعة أسقف .

وليس هناك حل لمنع هذا التدمير البدئي . ولكن من حسن الحظ فإن تأثيره ليس خطيراً . وهنا تبرز أهمية المنشأ المبني من هيكل خرساني مستمر إذ يستطيع المبنى أن يتحمل الإصابة المحلية الناشئة من التدمير البدئي .

## ٢ — تأثير قوة التمزق المحصور على الحوائط والقواطع

يجب أن يكون واضحاً أن السبب الرئيسي في انهيار المنشأ هي قوة القص Shear التي تسبب شداً قطرياً diagonal tension يكون هو العامل المؤثر في الانهيار . وعندما يحدث الانفجار داخل إحدى الغرف فإن قوة التمزق تنعكس مراراً وتكراراً على الأسقف والحوائط . والنتيجة الحتمية لهذا أن تطول فترة وزمن الموجه الموجبة . ومن ثم تزداد قوة الدفع Impulse بازدياد هذا الزمن (من ١٠ — ٢٠ مرة عن الدفع في الفضاء) .

ومن ثم تتعطم كافة الحوائط أو تدمر تدميراً كبيراً في الطابق الذي حدث فيه الانفجار . وتدمير هذه الحوائط في ذاته ليس أمراً بالغ الخطورة ولكن المشكلة هي في تأثيرها على الأعمدة الخارجية .

ويحدث لهذه الأعمدة الخارجية شروخ عند مستوى الأسقف العليا والسفلى وهذا ناتج من عاملين : أولهما : وهو قليل التأثير لكنه عامل على كل حال وهو انتقال قوى وأحمال أفقية من الحوائط إلى الأعمدة نتيجة لتماسك الحوائط بالأعمدة . والسبب الثاني وهو الرئيسي وهو أن قوة التمزق blast لا تستطيع أن تلف وتدور حول الأعمدة الخارجية لوجود الحوائط بينها ، ومن ثم فلا تستطيع أن تتعادل كما يحدث حول الأعمدة الداخلية التي لا توجد بينها حوائط إذ

سرعان ما يلف الضغط حول هذه الأخيرة ويتعادل ، ومن هنا فإن قوة الدفع على الأعمدة الخارجية تصل من ٥٠ إلى ١٠٠ مرة ضعفاً لقوة الدفع على الأعمدة الداخلية التي تبعد نفس المسافة عن مركز الانفجار .

ويخرج بنا هذا العرض إلى أن تقيم الأعمدة الخارجية ولا تتصل الحوائط بها بل يمكن عمل الحوائط الخارجية بعيدة عنها على كابولي Cantilever وواضح أن مثل هذا الحائط المغير مرتبط بهيكل المبنى هو نفسه ذو خطورة من هذا الوضع . وهكذا نجد أنه لتحل مشكلة ما قد يترتب على الحل النظري مشكلة أخرى .

## ٣ — تدمير قوة التمزق المحصور للأسقف :

التأثير يماثل التأثير على الحوائط السالفة الذكر . إلا أن الأسقف تختلف عن الحوائط في أنها ذات مرونة (Ductile) عن الحوائط ، وبالتالي تتحمل الكثير من التغير والتشويه قبل أن تنهار ولتقليل الخسائر في السقف يجب أن يكون السقف قوياً ومتصلاً عاماً بالهيكل الخرساني إنصلاً قوياً . وسنرى في البند التالي أنه لتقليل الخسائر في السكرات يجب أن يكون الاتصال خفيفاً وليس قوياً . وواضح من هذا تعارض الرأي بالنسبة لكل منهما .

## ٤ — تدمير السكرات نتيجة لانتقال الأحمال إليها

## من الأسقف :

التدمير الذي يحدث في كمرات الأسقف أعلى الانفجار وأكثر من الذي يحدث في السكرات أسفل الانفجار ذلك لأن الأسقف غير مصممة على أقفال تأتيها من أسفل إلى أعلى .

ولتقليل الخسائر في السكرات يستحسن أن تتصل الأسقف بالسكرات اتصالاً خفيفاً وبذلك تتطاير الأسقف بمجرد حدوث ضغط عليها من الانفجار ولا ينتقل إلى السكرات حمل إضافي زائد منها . وواضح من الناحية الإنشائية إذ لم يكن السقف جيد التثبيت مع الهيكل الخرساني فإنه سيتعطم ويتساقط ركائماً على الأسقف أسفله فيزيد من



## ٦ — التدمير الثانوى نتيجة الأعضاء الحاملة :

وهذا النوع من التدمير ضئيل فى المنشآت ذات الهياكل الخرسانة إذ أن الترابط بين الأعضاء الحاملة نادراً ما يسمح بهذا .

## الانفجار عند الانفاق :

يحدث عندما تنفجر قنبلة بالقرب من نفق محفور فى الجبل أن ينساب إلى هذا النفق قوة تمزق محصورة فى حيز ضيق ذات تأثير مدمر ورهيب ، وهذا يقتضى التفكير فى مصاديد لقوة التمزق تمتصها لتقلل من أثرها سواء الانفاق اللازمة لتخزين المهمات .

وتتكون المصيدة اللازمة لوقاية الأفراد من ثلاث حوائط من الخرسانة المسلحة كل منها بسمك ( ٩٠ سم ) على الأقل وتوضع الحوائط الثلاث أمام فتحة المدخل وبعرضها زائداً عرضاً يساوى ثلاثة أرباع العرض من كل الجانبين .

وهذه الحوائط تترايط تماماً فى الصخر وتثبت معه بأسيخ قطر ١ بوصة .

أما مصيدة قوة التمزق فى الانفاق التى تستخدم لتخزين العربات والمهمات والتى يتطلب الأمر أن يكون مدخلها خالياً من الحوائط الواقية أمامه على النحو الذى اتبع فى مداخل إنفاق الأفراد . فإنه ينشأ فيها حيوباً تمتص قوة التمزق المتسللة إلى النفق على النحو الذى يوضحه الشكل التالى وهذا الجيب عرضه كعرض النفق وعمقه مثل العرض ومن المفضل أن يكون ضعفه . ويجب ألا يقل عدد هذه الجيوب عن ثلاثة على الأقل لتضعف من كثافة الضغط وتأثيره .

الأحمال عليها وتتساقط بدورها سقفاً أثر آخر . بينما لو كان السقف جيد التثبيت فى الكمرات لما تساقط . لكن كما سبق فإن جودة التثبيت لها خطورتها على الكمرة . وهكذا نجد أن مطلب السقف والكمرة مطلباً . متعارضاً فسلامة الكمرة يجب أن يكون تثبيت السقف فيها خفيفاً وسلامة السقف يجب أن يكون تثبيته فى الكمرة جيداً .

ومن هنا نجد أن المنشآت التى تنشأ لأغراض الأعمال الوقائية لا تعمل فيها كمرات إنما هى أسقف مميكة متصلة بحوائط مميكة وكلها كهيكل خرساني واحد . وبهذا نتفادى هذا الصراع بين الكمرة والسقف .

## ٥ — تدمير الأعمدة نتيجة الاحمال الرأسية ( سواء

لأعلى أو أسفل ) المنتقلة إليها من الكمرات والأسقف :

يحدث من الانفجار أن يندفع السقف السفلى إلى أسفل والسقف العلوى بقوة عكسية إلى أعلى لمسافة ما بين ١٠ و ١٥ بوصة ويترتب على هذا شروخ فى العمود عند السقف العلوى وآخر عند السفلى .

وهذا الإندفاع من الضغط قد يحدث وقد لا يحدث منه تدمير .

ومعالجة أثر الضغط العلوى وقوى الشد التى تنتقل إلى الأعمدة وما يعقبها من شروخ أو تدمير لدينا حلان :

الأول : وهو أن نجعل ترابط الأسقف والكمرات بالأعمدة خفيفاً كما ذكرنا فى حالة الكمرات ، وبالتالى نصطدم بنفس العيب السابق ذكره .

## الثانى : وهو زيادة جهد الشد (Tensile-strength)

للعמוד باطالة المسافات التى تلتقى عندها نهايات الأسيخ المجنشة ( ٥٠ مره نصف قطر السيخ كالمدرسة الأمريكية أو من ٨٠ إلى ١٢٠ مرة نصف قطر السيخ كالمدرسة الانجليزية ) . وعندما يحدث إنهيار فى الأعمدة نجد أن الانهيار فى الأعمدة السميكة نتيجة القص بينما فى الأعمدة الرفيعة نتيجة عزم الإنحناء .

## أمثلة للحل

الغرض :

ثلاثة أمثلة للحل ( حلولها موضحة فيما بعد بالإنجليزية )

- المثال الأول : لسطح خرساني معرض للضرب المباشر .
- المثال الثاني : لتأثير القنبلة داخل التربة .
- المثال الثالث : للجمع بين سطح خرساني فوقه تربة ما واختراقها قنبلة .

ونورد هنا رؤوس الأمثلة الثلاثة بالعربية . ولقد آثرنا تكرار رؤوسها بالإنجليزية فيما بعد . . حتى نزيد في التعريف بالإصطلاحات العلمية المستخدمة مع حلولها بالإنجليزية أيضاً .

## ١ — المثال الأول :

سقطت قنبلة ٥٠٠ رطل خدمة عمومية ( ج . ع ) من طائرة تسير بسرعة ٣٥٠ ميل ساعة على ارتفاع ٢٠٠٠٠ قدم . فإذا سقطت القنبلة على سطح خرساني . فما هو السمك اللازم لمنع التشقق .

( افترض أن جهد الضغط للخرسانة ٣٠٠٠ رطل للبوصة المربعة ) .

## ٢ — المثال الثاني :

سقطت قنبلة ٥٠٠ رطل نصف مدرعة خارقة (S.A.P.) من طائرة بسرعة ٣٥٠ ميل ساعة على ارتفاع ٢٠٠٠٠ قدم . احسب مدى اختراقها في تربة طفيلية رملية .

## ٣ — المثال الثالث :

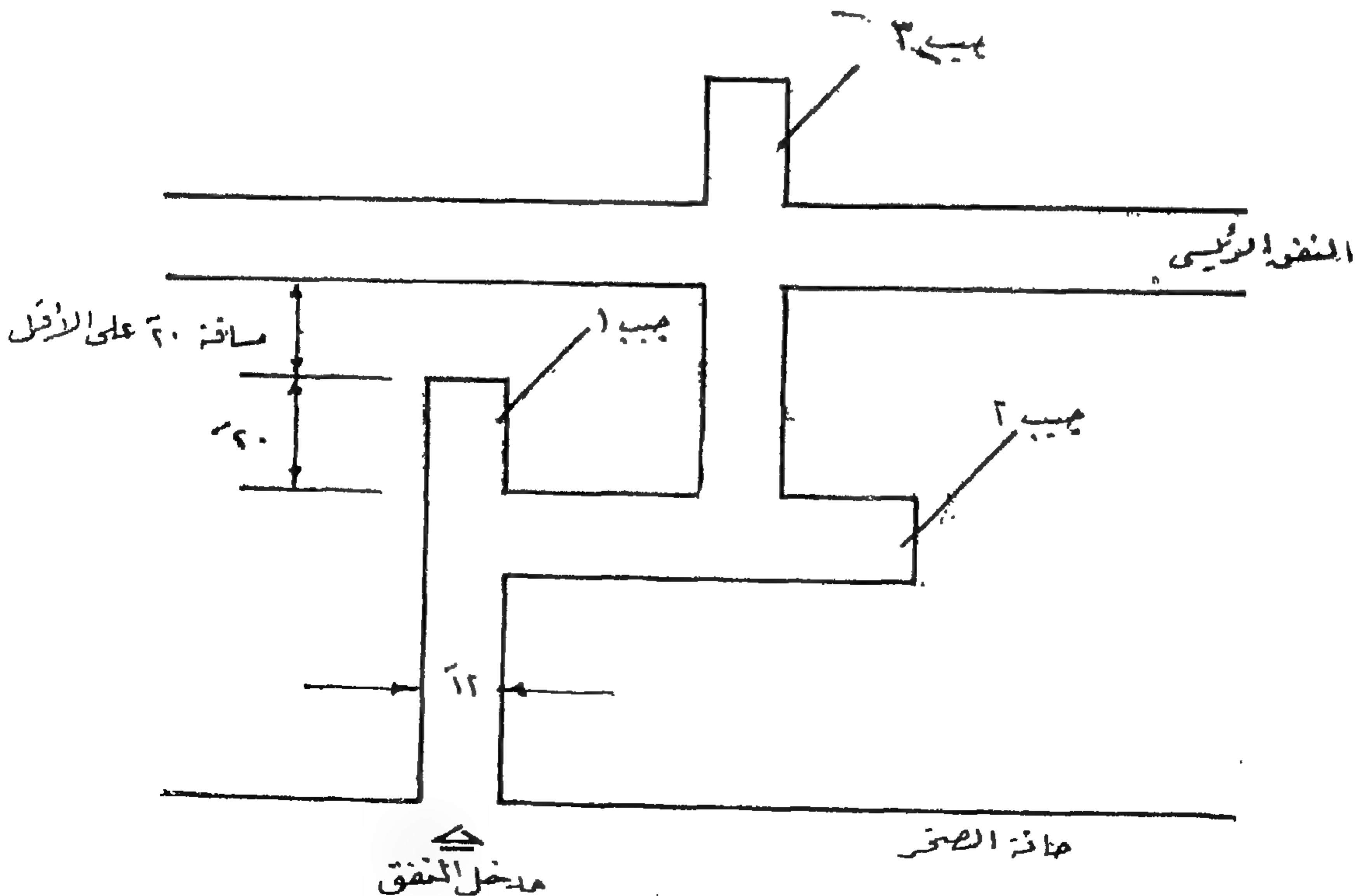
كلفتم بدراسة تصميم منشأ خرساني . والمطلوب أن تتحقق من سمك السقف اللازم للوقاية للتأكد من مدى فاعليته .

المعلومات عن المنشأ كالاتي :

- المنشأ لمقاومة تأثير اختراق قنبلة ٥٠٠ رطل نصف مدرعة خارقة سقف من طائرة على ارتفاع ١١٠٠٠ قدم من السطح وسرعة الطائرة ٢٥٠ ميل/ساعة .
- السقف مكون من ٥ قدم تربة طفلة رملية فوق ٤ قدم خرسانة مسلحة جهد الضغط لها ٢٥٠٠ رطل للبوصة المربعة .

والمطلوب :

مستخدمين معامل أمن بمقدار (١٥٪) من الخرسانة هل يكفي هذا السقف لمنع تأثير التشقق .



شكل رقم (١٩)

## الفصل الرابع

المنشآت الواقية . . ووقاية المنشآت القائمة

الغرض هو التعريف بالآتى :

١ — المنشآت الواقية من الضرب المباشر .

٢ — المنشآت الواقية من أثر قوة التمزق وأثر الشظايا

بأنواعها .

٣ — التعديلات الممكن عملها للمنشآت القائمة لتحقيق

فيها نوعاً من الرقابة .

٤ — الحوائط الواقية .

مقدمة : مما سبق يجب أن نتذكر ما يلى :

أن القنابل الشديدة الانفجار تسبب خسائر فى المباني

ذات الهياكل بإحدى الوسائل التالية :

( ١ ) إما بالصدمة وبالاختراق الناشئين قبل الانفجار .

Impact and penetration

( ب ) أو بقوة التمزق Blast .

( ج ) أو بشظايا القنبلة Splinters .

( د ) أو بالهزة الأرضية الناشئة من الانفجار تحت

الأرض Shock waves .

( هـ ) أو بالركام المتطاير من الحفرة التى حدث فيها

الانفجار .

( و ) أو بما يتطاير أو يتساقط من منشآت دمرت

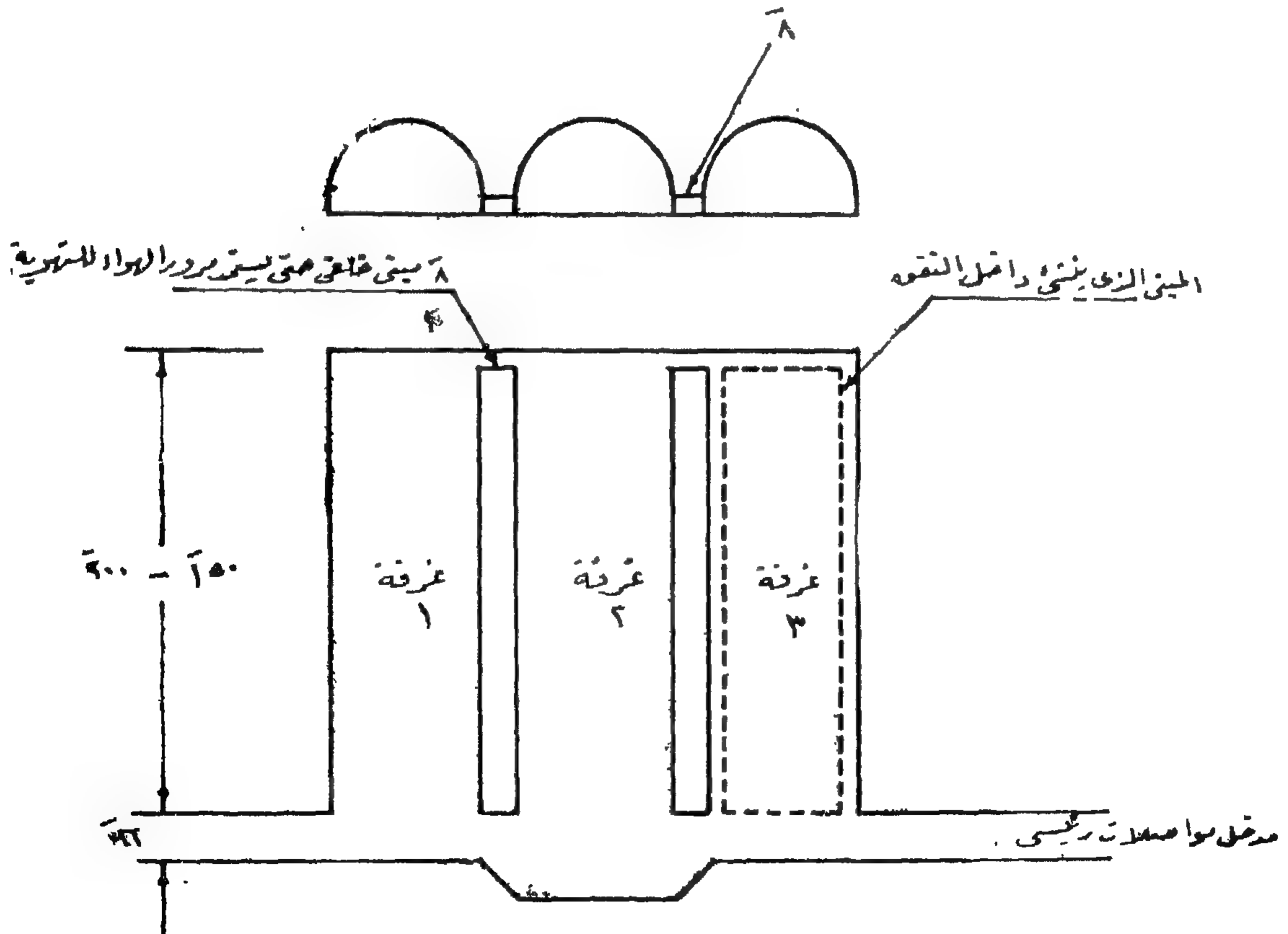
إلى منشآت لم تدمر بعد Debris Loads .

والمنشآت الواقية عموماً يصمم عادة ليعطى درجة وقاية من

الضرب المباشر أو الضرب القريب منه من جميع أنواع

القنابل ذات الوزن الواحد . ودرجة الوقاية تحددها عادة

أهمية المحتويات المطلوب الحفاظ عليها ووقايتها .



شكل رقم (٢٠)



واختبار نوعية المنشأ الواقعى تتوقف على مطالب الوقاية والهدف من هذا المنشأ . وفى كثير من الحالات نجد أن المنشآت المصممة للوقاية من القنابل تعطى وقاية من مقذوفات المدفعية وفى الجزر والشواطىء الساحلية من مدفعية الأسطول .

والآن لنتناول كل نوع من المنشآت على حدة .

#### ١ — المنشآت الواقية من الضرب المباشر :

أولاً : من ناحية النوع إما :

( أ ) أنفاق .

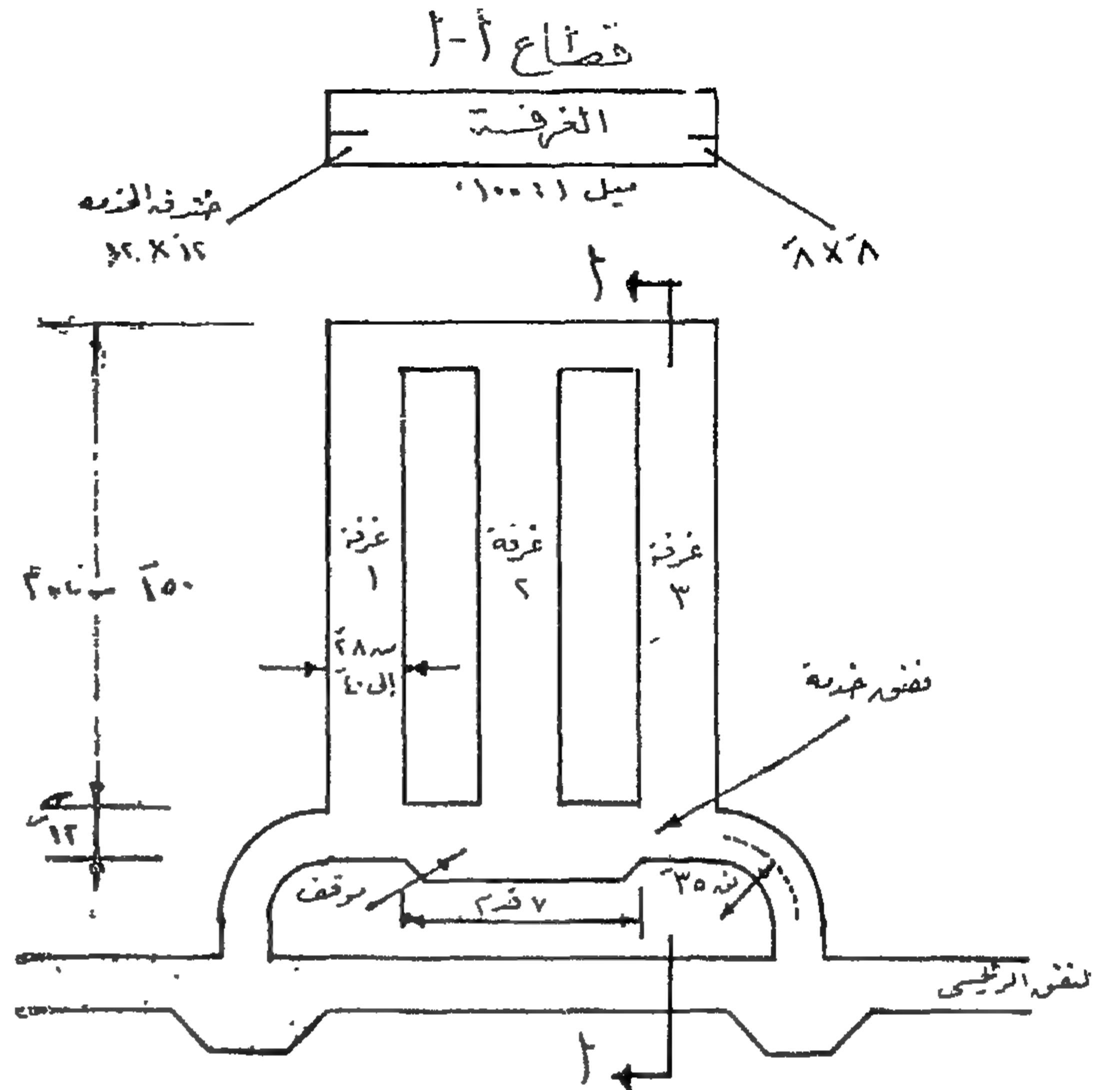
( ب ) منشآت واقية فى تربة جافة إما مدفونة أو نصف مدفونة .

( ج ) منشآت واقية فى تربة حاملة للمياه .

( د ) منشآت ذات طبقة لتلقى الانفجار .

( هـ ) منشآت سطحية .

( و ) منشآت ميدانية واقية .



دخل الغرف بنفق آخر للخدمة خلف النفق الرئيسى

شكل رقم (٢١)

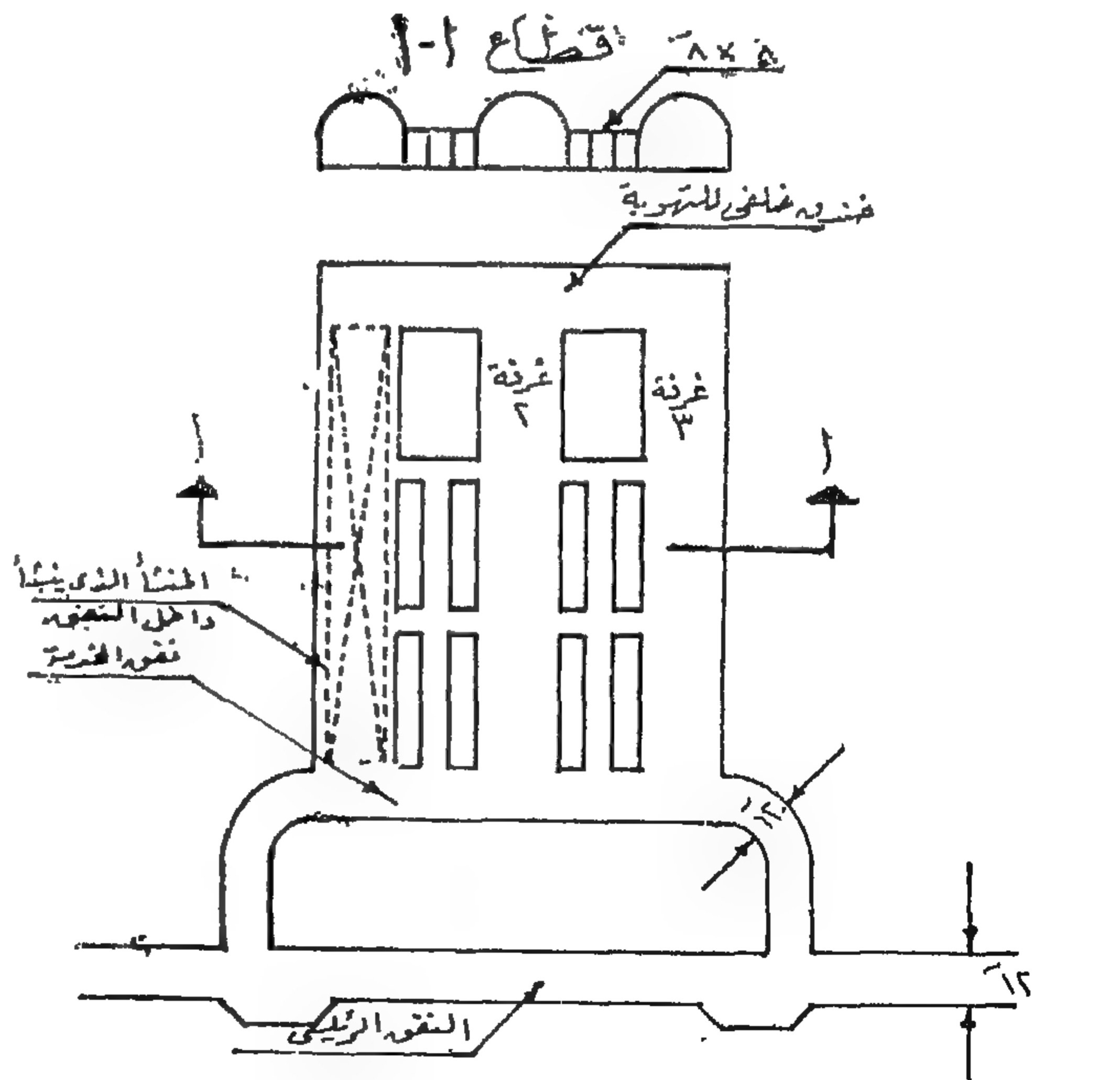
#### ١ — الأنفاق :

تعطى الأنفاق وقاية كاملة من كافة الأسلحة حق الأسلحة الذرية .

وهى تفضل فى الجرانيت ثم الحجر الصناعى ثم الحجر الرملى ثم الحجر الطباشيرى على التوالى . والحوائط الحرسانية والسقف التى تنشأ داخل النفق يجب أن تربط جيداً بجدران النفق .

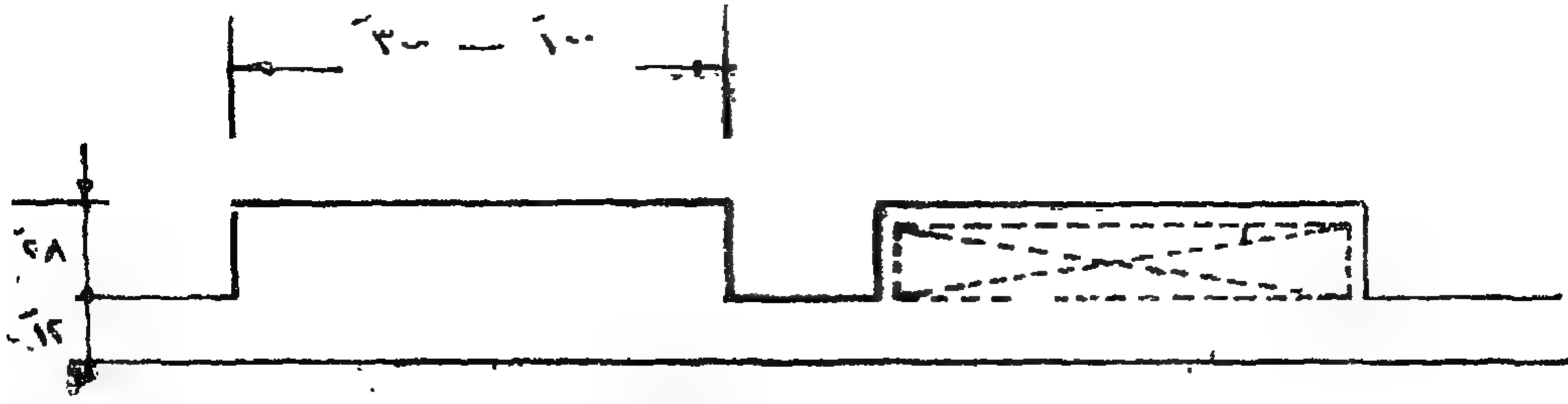
ومن المفضل فى التربة الطينية أن تكون الأنفاق دائرية أو نصف دائرية حيث أنها تتحمل ضغوط التربة .

وفىما سبق بعض نماذج الأنفاق أنشئت فى جبل طارق . وفى الحلول السابقة كأمثلة يراعى أن الغرف عمودية على اتجاه النفق الرئيسى بواجهة من ٢٨ إلى ٤٠ قدم وبطول من ١٥٠ إلى ٢٠٠ قدم ويوجد خندق خلفى يصل بين نهايات الغرف وقطاعه صغير وفائدته السماح للهواء بالمرور



حله آخر للغرف التى تفتح على نفق خدمة خلف النفق الرئيسى

شكل رقم (٢٢)



الغرفة مساوية للنفق الرئيسي

شكل رقم (٢٣)

وعند التصميم يصمم :

- ( أ ) السقف على الضرب المباشر فوّه كإحدى الحالات السابقة التي أسهبنا في الحديث عنها .  
 ( ب ) الحوائط تصمم على إنفجار ملاصق لها في منتصف ارتفاعها أي  $T = 1.4 W^{1/3}$  قدماً .

( ج ) الأرضية تصمم على مقاومة الانفجار في حيز محدود من قبلة نجحت في إختراق التربة ، والتفت لتخترق الأرضية أي :

$$T = 1.4 W^{1/3} \text{ قدماً .}$$

وهذا التأثير يمكن تقليله بوضع طبقة من الردم من مادة مسامية . غير مدكوكة بجوار الحائط أو بعمل فراغ حولها بإنشاء حائط ساند ، فهذا الفراغ يمتص كثيراً تأثير الضغط الناشئ من الانفجار في حيز محصور .

وفي حالة عمل حائط ساند على بعد من الحائط الأصلي لحلق فراغ بينهما يمكن أن يكون الحائط الساند الخارجي بسمك يعطى بخسائر متوسطة .  $T = 1.2 W^{1/3}$  .

وبالتالي يصبح الجو في الداخل جافاً ومتجدداً . أما إذا انتهت الغرف بنهاية غير متصلة فإن الجو يصبح رطباً .

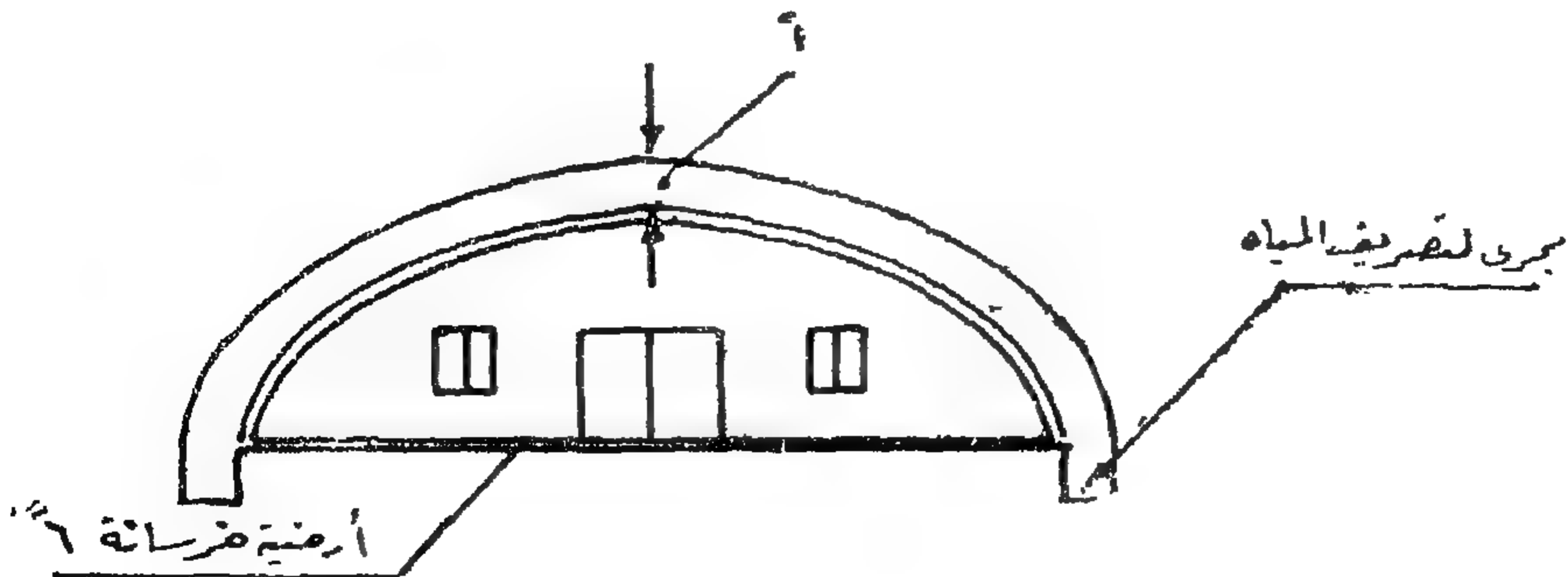
وفي بعض الأحيان تنشأ الغرفة موازية للنفق الرئيسي وهذا النوع من الغرف يسهل تقسيمه إلى غرف متعددة ومخازن . إلخ ( شكل ٢٣ ) .

ويلاحظ أن عرض الغرف إذا زاد عن ١٢ قدم يجب أن يكون على هيئة عقد بارتفاع ١/٥ عرضه .  
 وفي أنفاق جبل طارق كان أكبر نفق بعمرض ٥٠ قدم على هيئة عقد بارتفاعه ١١ قدم وارتفاع ٣٣ قدم لقمة العقد وطول ٣٨٠ قدم .

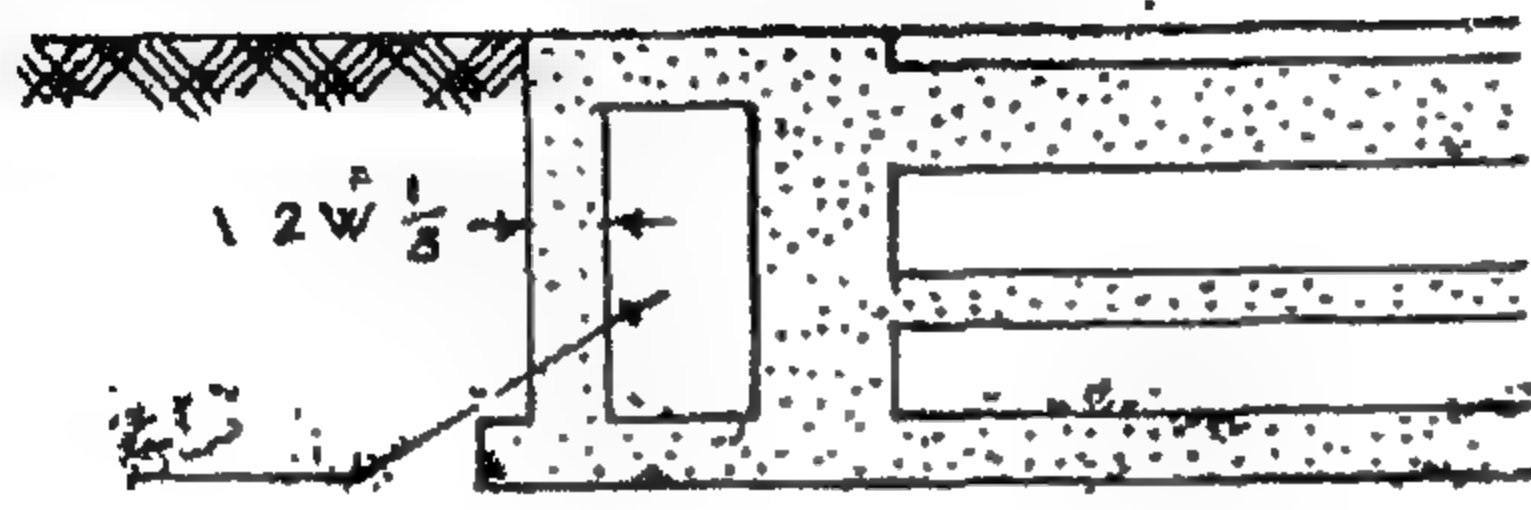
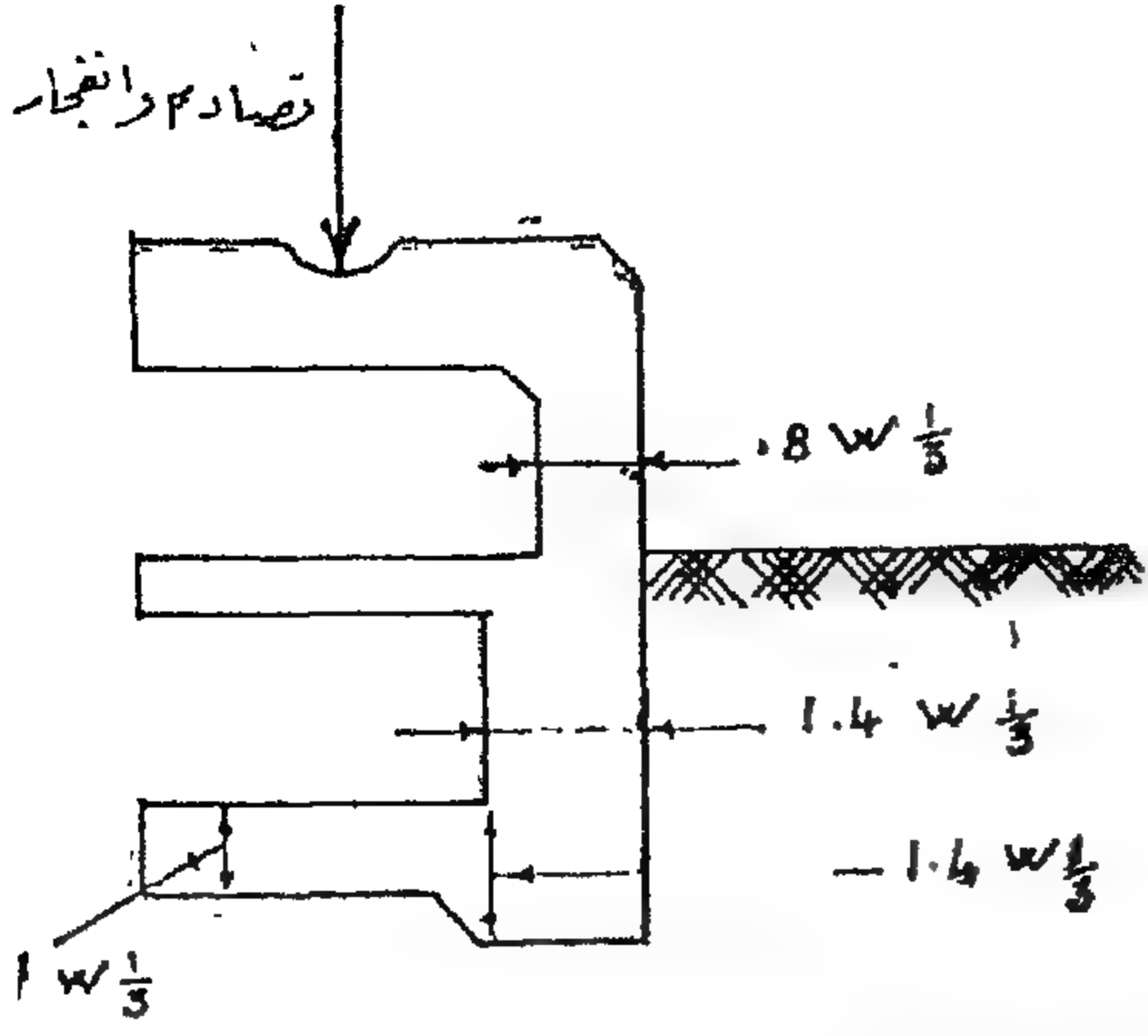
ويجب أن يترك فراغ بين الملتصق داخل النفق وجداره كما تعمل حفر كمجرى لتجميع المياه ( شكل ٢٤ ) .

( ب ) منشآت وافية في تربة جافة :

وهذا النوع من المنشآت قد يكون مدفوناً وسقفه تقريباً في مستوى سطح الأرض أو قد تكون نصف مدفونة .



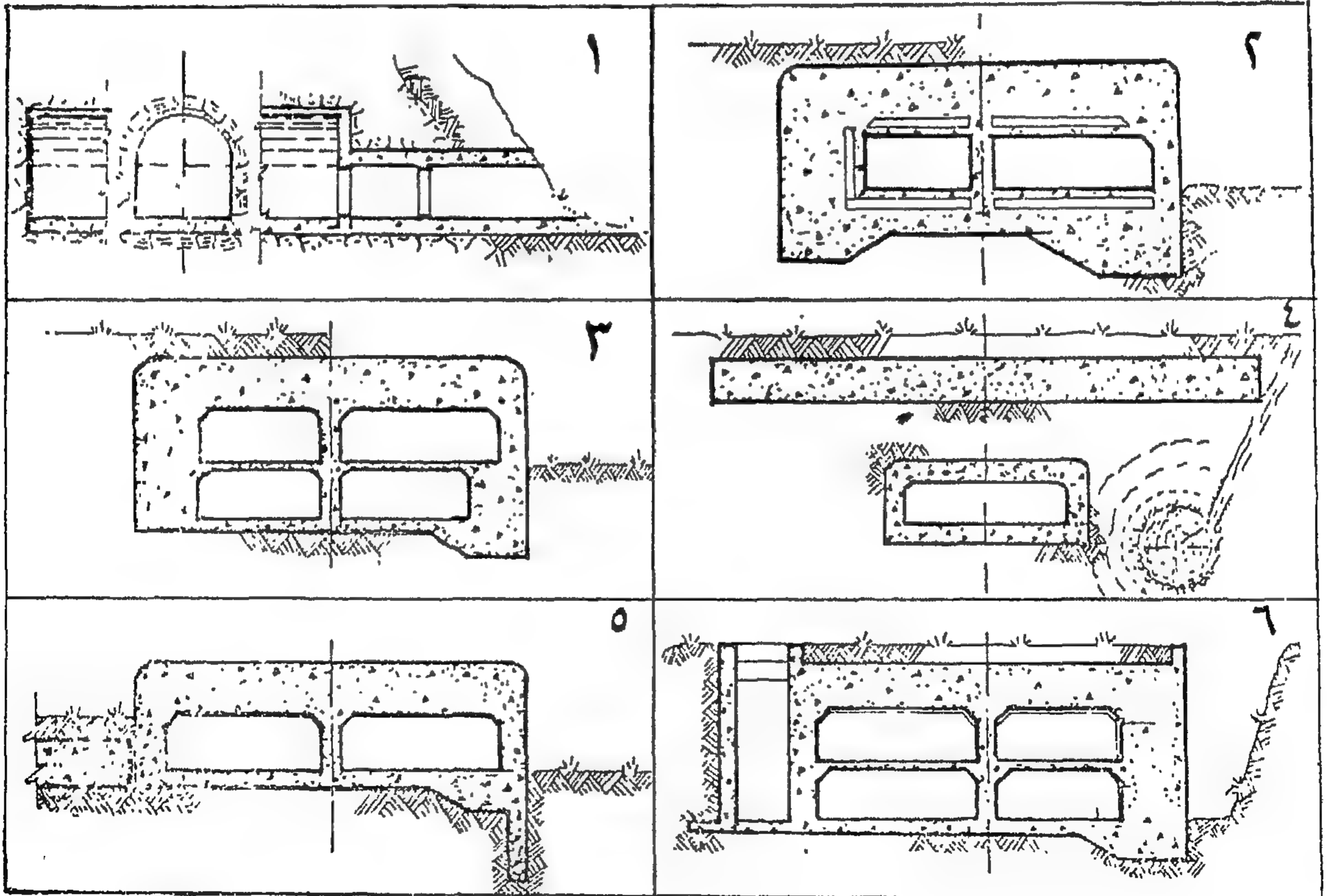
شكل رقم (٢٤)



شكل رقم (٢٥) وضع القنبلة بالنسبة للمنشأ عند التصميم

والحائط الداخلى الذى يتعرض لصدمات الحبيبات المتطايرة من الخرسانة يكفي أن يكون بسبك معقول يقابل التصميم الاستاتيكي للمنشأ ، ويمكن بصفة عامة أن يكون  $2 W^{1/3}$  حتى يصبح مجموع سمكه وسمك الخارجى  $1.4 W^{1/3}$  ويوضح الجدول رقم (٧) سمك الحوائط اللازمة لمقاومة قنبلة (خ.ع.) فمثلاً إذا كانت القنبلة ٥٠٠ رطل خ.ع. نجد من الجدول (٧) أن الحائط الموجود فوق الأرض المعرض لانفجار قنبلة ملاصقة  $T = 0.8 W^{1/3}$  ونجد أن السمك (٤٦) .

كذلك نجد أن سمك الحائط المدفون ، والذى معادلته  $T = 1.4 W^{1/3}$  هو (١١١) . كذلك نجد أنه إذا عمل حائط ساند وفراغ فإن الحائط الساند الخارجى سمكه  $1.2 W^{1/3}$  وهو (٦٦) والداخلى (٦١) .



شكل رقم (٢٦) نماذج من المنشآت الواقية

- ١ — نفق فى الصخر .
  - ٢ — الجانب الأيمن فى أرض حاملة للمياه ومثلها الجانب الأيمن فى ٣ والجانب الأيمن فى ٥ — الجانب الأيسر لتقليل خسائر لحائط الردم خلفه من تربة مسامية غير مدمكة .
  - ٣ — الجانب الأيمن مثل الأيمن فى ٢ الجانب الأيسر مثل الأيسر فى ٢ .
  - ٤ — بلاطة واقية لمقاومة الاختراق والانفجار .
  - ٥ — الجانب الأيمن كالأيمن فى ٢ والأيسر طبقة واقية تمتص الإحراق والانفجار .
  - ٦ — لتقليل خسائر الانفجار تحت الأرض .
- (١) لما يترك فراغ كما فى الجانب الأيسر محفوظة بحوائط سائدة أو (ب) يترك كما فى الجانب الأيمن .



وفي الجزء التالي عن مبادئ تسليح المنشآت الواقية أحد هذه الحلول لمعالجة المياه .

#### ( د ) عمل المنشأ فوق بلاطة واقية :

والبلاطة الواقية من الخرمانة العادية ، أو الخرمانة المسلحة تعمل لتلقى الضربة المباشرة من القنبلة ، ويترتب على اصطدام القنبلة بها واختراقها وانفجارها أن يحدث بها شروخ — وإذا جاءت الضربة في جانبها عند حافتها ، فقد تنزاح جانباً .

وتصمم هذه البلاطة على مقاومة الاختراق وكذا الانفجار وعلى هذا يصمم سقف المنشأ الرئيسى لمقاومة الموجة الضاغطة ( الاهتزاز ) الناشئ من قنبلة استطاعت أن تنفجر تحت الأرض محدثة هزات أرضية بمعرفة نصف قطر التصدع .

#### ( هـ ) المنشأ فوق الأرض :

( شكل ٢٨ )

وهذا النوع لا يتعرض للهزات الأرضية ، عدا الأرضية التي قد تتعرض لها إذا ما انفجرت قنبلة تحت الأرض . وهو أكثرها إقتصاداً ، وعييه صعوبة الإخفاء وتعرضه لنيان المدفعية وعلى هذا لايفضل إلا حينما يكون الإخفاء ثانوياً .

ويصمم الحائط ضد الانفجار الملاصق في منتصف المسافة أى

$$T = 0.8 W^{1/3} \text{ قدماً .}$$

ويصمم السقف لمقاومة الاختراق والانفجار .

وتصمم الأرضية ضد الانفجار الملاصق في حيز محصور أى

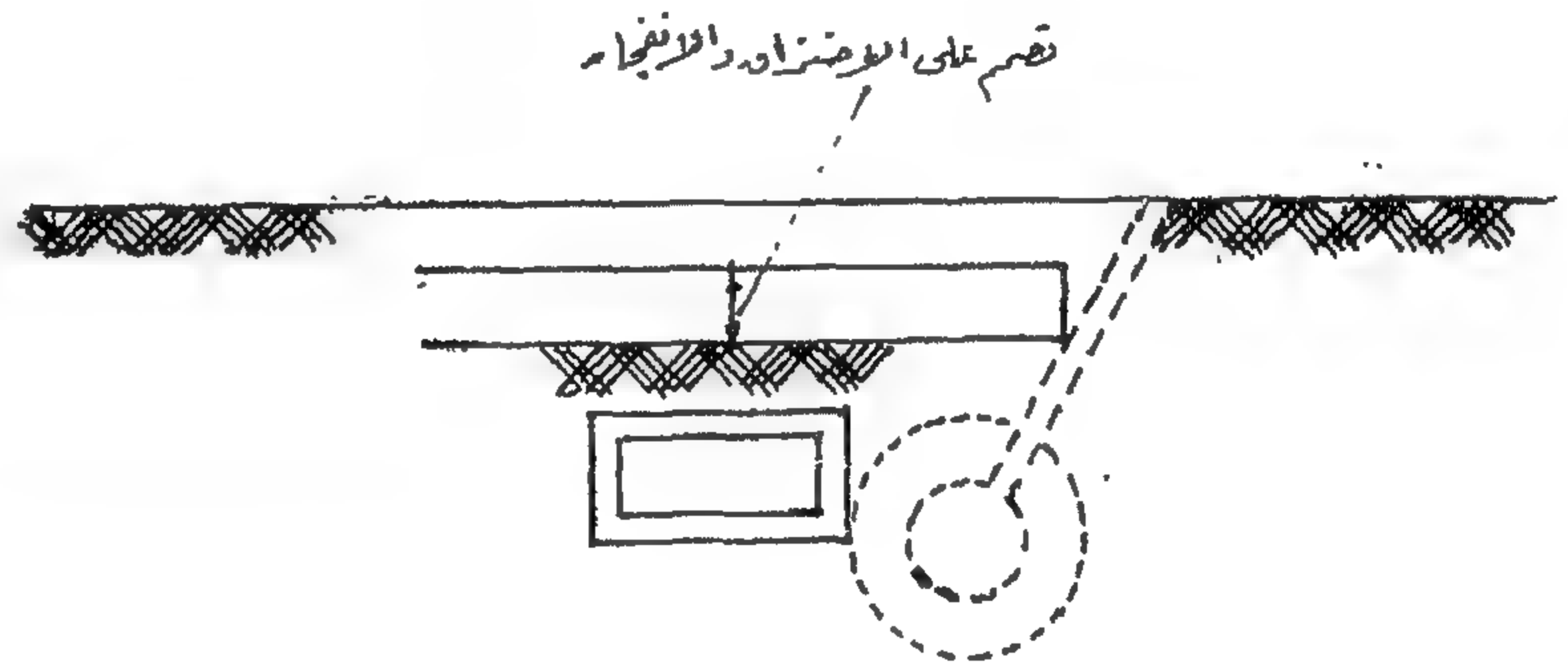
$$T = 1.4 W^{1/3} \text{ قدماً .}$$

( د ) وإذا كان المنشأ نصف مدفون بنفس الحالات ويزيد عليها تصميم الحائط أعلى الأرض وهذا يصمم على انفجار قنبلة ملاصقة له أى  $T = 0.8 W^{1/3}$  قدماً .

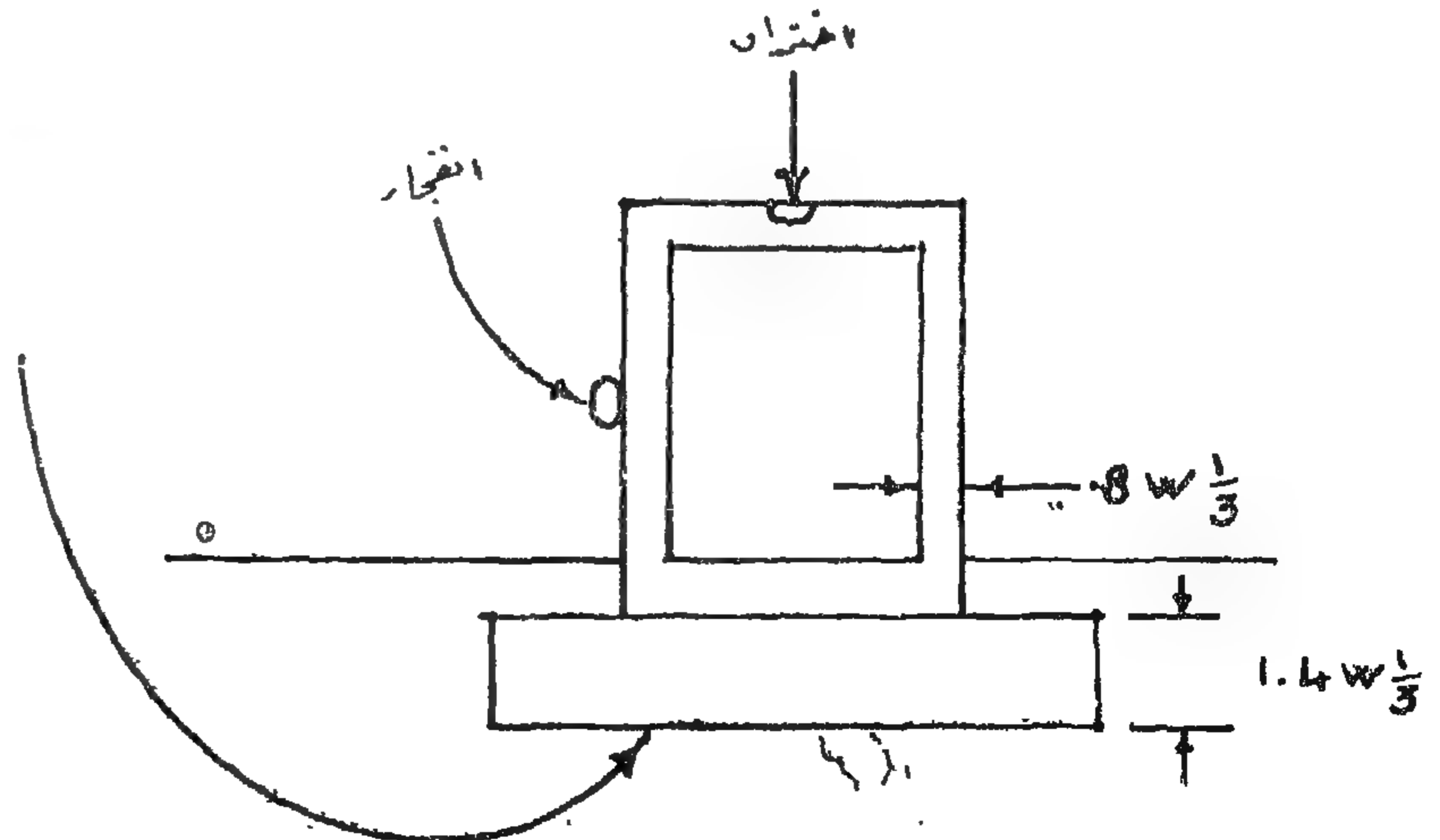
( هـ ) أما باقى الأرضية ، أى الجزء الذى لن تستطيع القنبلة أن تصل إليه لو التفت تحت الأساس .. فلا داعى لأن يكون السمك بالمعادلة  $T = 1.4 W^{1/3}$  ويكفى أن يكون السمك  $T = 0.7 W^{1/3}$  قدماً .

#### ( ج ) الإنشاء فى أرض بها رشح :

قد تدعو الضرورة عمل المنشأ تحت الأرض وتكون المياه الجوفية قريبة . وهنا يلزم أن تكون الحوائط معالجة لمنع نفاذ المياه بالوسائل الهندسية المعروفة . والتصميم لا يختلف عن المعادلات السابقة .

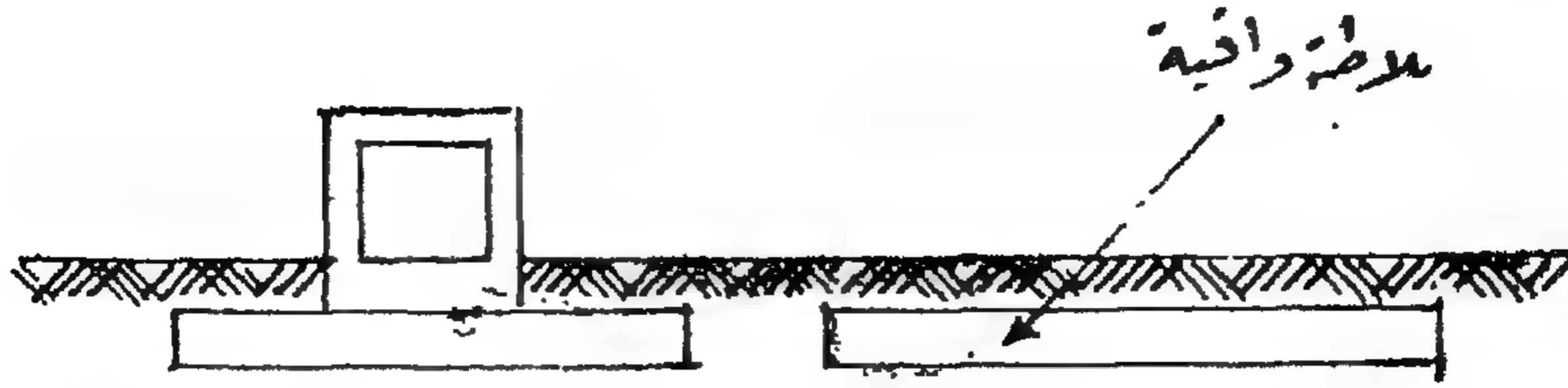


( شكل ٢٧ )

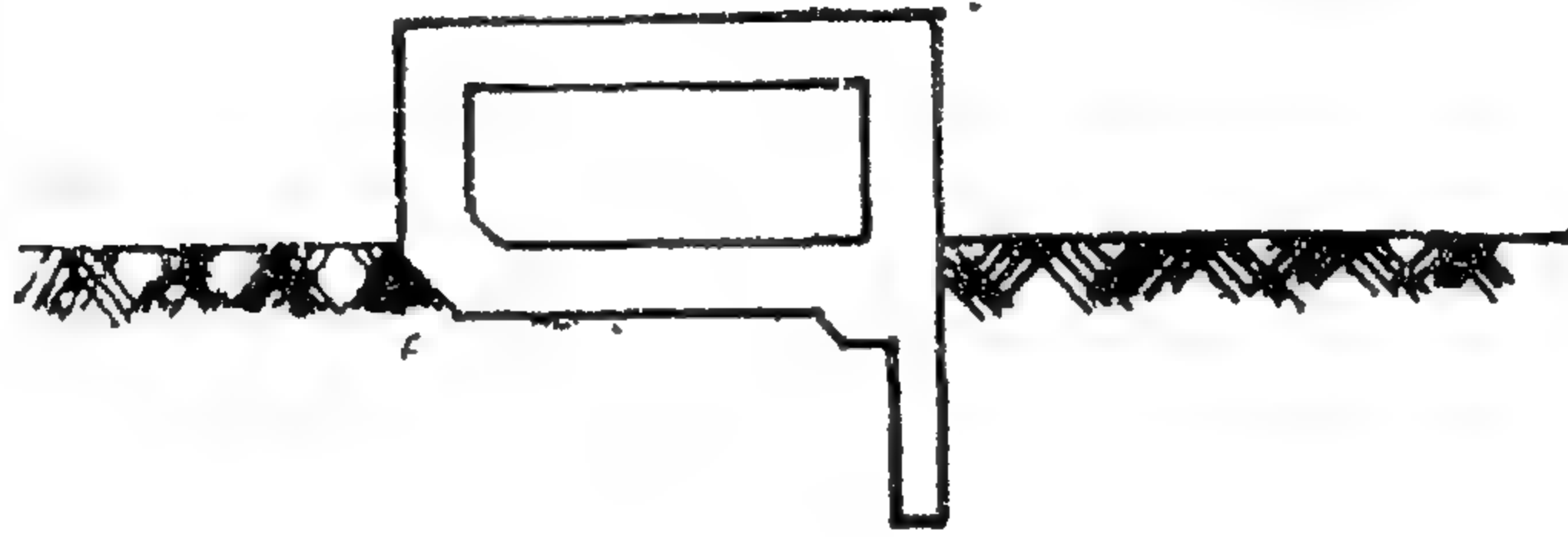


( شكل ٢٨ )

إلا أنه من الممكن تقليل سمك الأرضية بوضع طبقة واقية تتلقى الصدمة بجوار الأساس وتمنع إختراق القنبلة من الوصول إلى هذا الأساس .



أو بعمل إمتداد رأسى يمنع القنبلة من الالتفاف تحت الأساس .



( شكل ٢٩ )

فيها هذه الصفة ومن ثم فنحن نحتاج إلى مادة مطيلية (ductile) — وهذا هو الشرط الأول أن تكون المادة مطيلية . وهل يكفي هذا الشرط ؟ والإجابة لا .

وذلك لأنه لو سقط ركام فوق العضو بزواوية ما فقد يحركه من مكانه، وبالتالي ينهار هذا العضو ، ولو أنه عضو مطبلي المادة . ولتفادي هذا يجب أن يكون العضو جزءاً من منشأ مستمر continuous structure وعلى هذا تكون صفة الاستمرار (Continuity) هي الشرط الثاني .

ومن ثم يتضح لنا أن المادة المطلوب استخدامها لإنشاء المنشأ الواقى يجب أن يتوافر فيها شرطان :

الأول — المطيلية Ductility

الثاني — صفة الاستمرار أو الاتصال Continuity

والخرسانة المسلحة يتوافر فيها هذان الشرطان بينما الخرسانة العادية مادة قصفة (brittle) وكذلك الطوب — وهذا النوع من المواد لا يستطيع أن يتعدى مرحلة المرونة ولا يمكنه أن يدخل في المرحلة اللدنة من تأثير الانفجار دون أن يبدأ في الانكسار والشروخ والانهيار .

وهكذا يمكن أن نخرج بالآتى :

تعمل المنشآت الواقية من مواد مطيلية (Ductility)

على أنه بصفة عامة يجب أن يكون المنشأ كله كصندوق متصل حتى يستطيع امتصاص الطاقة التي يتعرض لها من انفجار ملاصق أو قريب .

( و ) منشآت ميدانية واقية :

وفي الميدان ، وحينما لا يتوافر من المواد سوى الرمل والأحجار والزلط وبعض الأخشاب ، أو القضبان ، يمكن عمل المنشأ الواقى على النحو التالى ، وهو الأسلوب الذى اتبعته إسرائيل فى إنشاء خط بارليف على قنال السويس .

( شكل ٣٠ ، ٣١ )

ثانياً — من ناحية مواد الانشاء :

( ١ ) ما هى شروط المادة التى يبنى منها هذا النوع من

المنشآت — ولماذا ؟ .

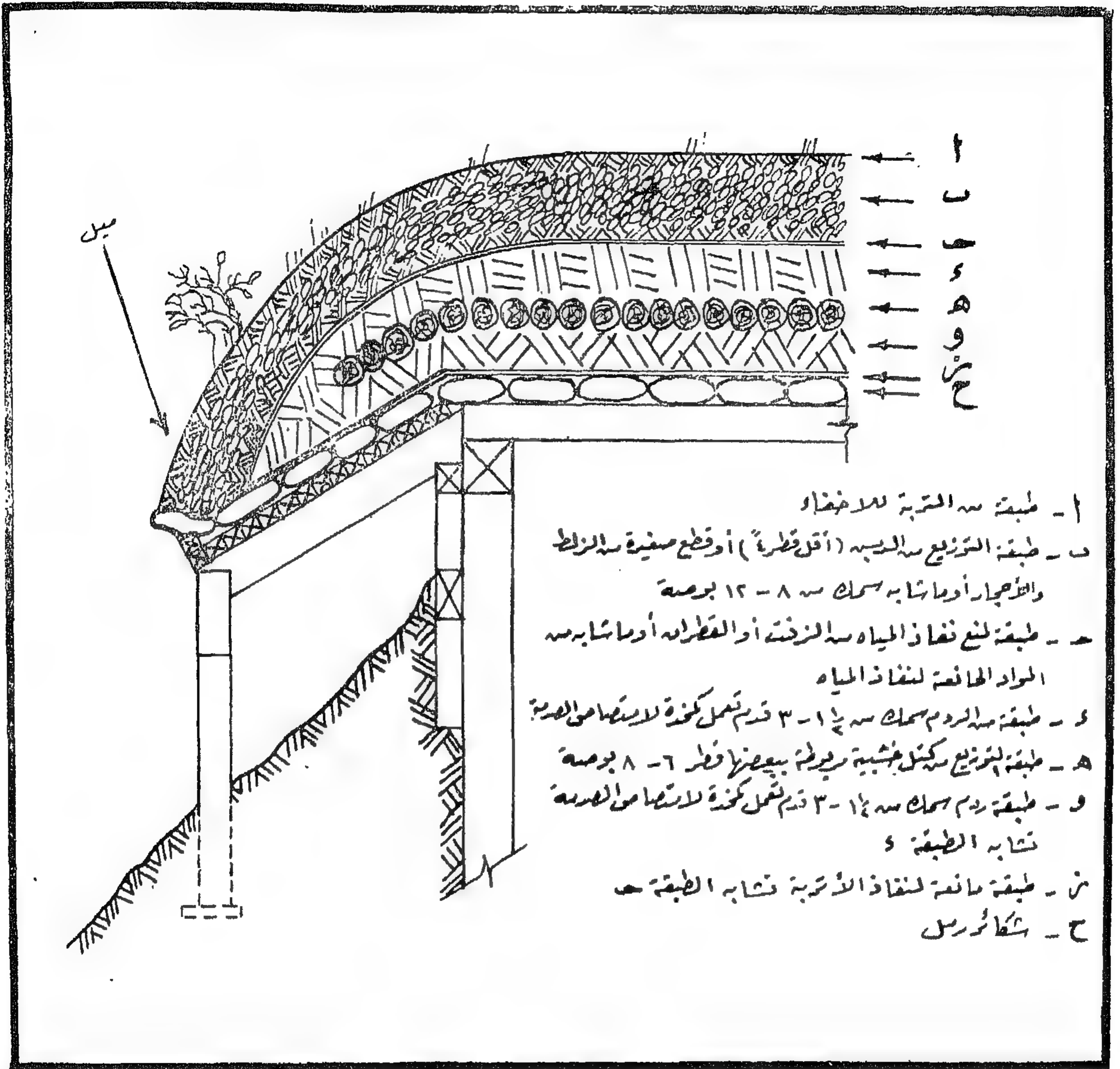
إذا علمنا أن الطاقة التى يمتصها عضو من مركبات

المنشآت تقاس بالمساحة المحصورة بمنحنى الحمل والانحراف . Load deflection curve

وفي امتصاص العضو لهذه الطاقة فإنه يتعدى مرحلة

المرونة Elasticity ويدخل فى المرحلة العجيبة أو اللدنة

plasticity على مسافة قصيرة منه . ونحن نحتاج إلى مادة



( شكل ٣٠ ) نموذج لسقف واق من الشظايا والحرق

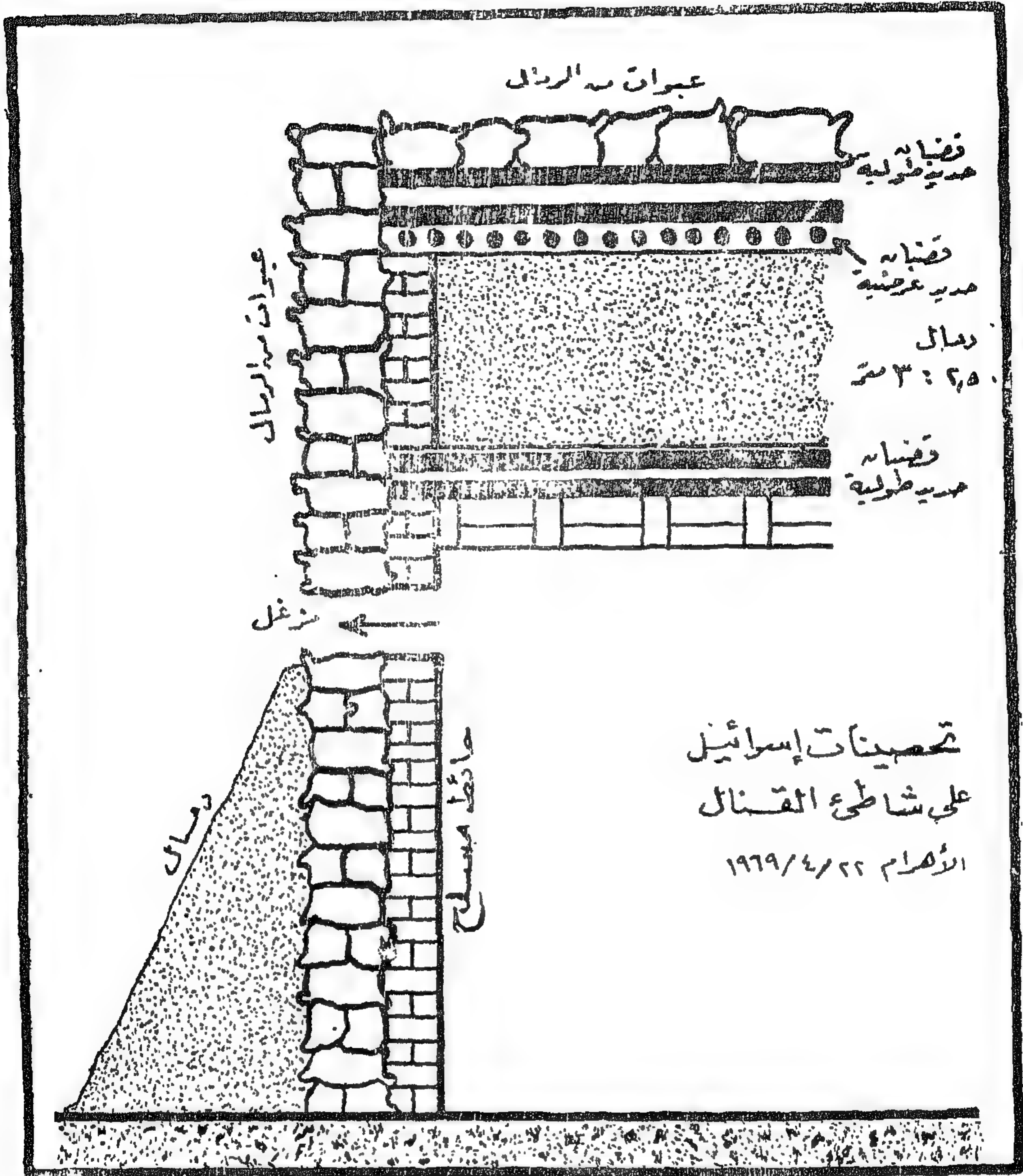
الضروري العناية بخلطها وصبها وشكلها حتى تصبح بهذا قدرة على تحمل جهد الضغط المفروض أن تتحمله .

ولضمان أن تكون الخرسانة ذات خلطة بكثافة موحدة فيلزم استخدام الهزازات الميكانيكية . . وإذا كان الاختراق في الخرسانة التي جهد الكسر فيها بعد ٢٨ يوم هو ٤٠٠ كج / سم<sup>٢</sup> (س) فإنه يكون لذات الجهد ٢٢٥ كج / سم<sup>٢</sup> ( ١ ١/٣ س ) ، ولذات الجهد ١٥٥ كج / سم<sup>٢</sup> ( ٢ س ) . (ب) مكونات الخرسانة من رمل وزلط . . الخ يجب

ويكون المنشأ مستمر الاتصال (Continuity) ولسكى يكون كذلك ، يلزم أن يكون على هيئة صندوق حتى يحقق الشرط الثاني (box type) .

ونعود إلى الخرسانة المسلحة فنجد أنها أفضل المواد حيث يمكن صبها في أى صورة وشكل بأسمك ضخمة بالإضافة إلى توافر المواد المكونة لها بسهولة ويسر . . وتناسب مقاومة الخرسانة لاختراق مقذوف ما مع الجذر التربيعي لجهد الضغط لها Compressive Strength ومن ثم فمن





(شكل رقم ٣١)

جداً . . . ولكن بالاختصار يمكن القول أن التدرج من أكبر حجم ممكن في التنفيذ أمر له أهمية .  
(ج) وبالنسبة لحديد التسليح . . . نجد أن فائدة التسليح بالنسبة لتقليل الاختراق تسكاد تكون مهمة . . . ومن ثم فإن فائدة التسليح لا تزال هي نفس فوائده في المنشآت العادية في ضرورة تواجده لإيجاد تماسك بين أجزاء الخرسانة في إمتصاص الجهد الشد الذي تتعرض له الخرسانة .

أن تكون من حبيبات صلبة نظيفة متدرجة من أكبر حجم ممكن . . . وهنا نلفت النظر إلى إهتمامنا بالتدرج من أكبر حجم ممكن تسميح به إمكانية التنفيذ من سمك الخرسانة أو من المسافات بين أسياخ الحديد . وذلك لأنه ثبت أن الاختراق يقل كلما كبر حجم الحبيبات خاصة إذا كان حجم أكبر حبيبة أكبر من عيار المقذوف المخترق للسطح . . . وواضح أن الأحجام الكبيرة جداً لا تعقل إذا كانت المقذوف ضخماً

ويجب أن يمتد التسليح في الوجه الداخلى إلى مسافة لا تقل عن  $1/3$  سمك السقف داخل السقف لضمان التماسك

ويجب تجنب تكسيح الحديد عند نقط الارتكاز كما هو متبع في المنشآت العادية ويكتفى بالركائب نظراً لأن هذه التسكيسجات يتولد عندها مستويات ضعف .

— وللغرف التي بها معدات إشارة ولاسلكى يستحسن أن تلحم الأسياخ وتتصل الشباك بأرضى لمنع التداخل الكهربائى .

(د) وإذا ما وضعت ألواح من الصلب فى الأسطح الداخلية للمنشأ فإنها تمنع تطاير مايتشقق من الخرسانة . وهذا يوفر السمك الإضافى الذى يصل إلى  $15\%$  والذى نضيفه فى المعادلات السابقة . وأحياناً إذا ما عذر تثبيت الألواح فى الخرسانة بطريقة ما فيمكن عمل هيكل حديدى خاص سقفه من هذه الألواح يغلف الأسطح الخرسانية من الداخل .

وفى نهاية البحث نجد بحثاً خاصاً عن التسليح مع مقارنته بدارس الفكر المختلفة .

(هـ) وبالنسبة للوصلات يجب أن تكون فى أقل نطاق سواء كانت للشد أو الضغط أو لغيرهما . وطبقاً لما هو متبع فى المنشآت العادية . وفى المنشآت المدفونة يمكن أن تزود بوصلات ضغط contraction فقط باتساع مناسب .

(و) وبالنسبة للقواطع الداخلية فإن سمكها لا يقل عن ٣ قدم إذا كانت من المطوب وبهذا تكون قادرة على مقاومة الضغط المحصور والشظايا إذا ما نجحت قبلة فى اختراق المنشأ ومثل هذه الحوائط تحصر الخسائر والتدمير فى أقل حين كما تمنع التعادل الكامل للمنشأ .

#### من ناحية شكل المنشأ :

— يفضل البلاطات ذات السمك المتجانس وقد أظهرت التجارب أن الكمرات beams and girders وباقي المكونات التى تسبب توزيعاً مركزاً ثقيلًا لاحمال أنها غير مرضية وغير اقتصادية من ناحية الوقاية .

وعلى هذا نجد أن حديد التسليح لم يقدم معاونة جديدة بالنسبة لهذا النوع من المنشآت وبقيت فوائده التقليدية المعروفة بالنسبة للمنشآت العادية ، ونظراً لضخامة كمية الحديد اللازمة لهذه الأسمالك الضخمة التى يتطلبها هذا النوع من المنشآت فيتعذر أن نضع هذه الكمية فى مستوى واحد وإلا تصبح الأسياخ متلاصقة وطبقة الخرسانة رقيقة . . ومن ثم تحدث تشققات فيها نتيجة أى اهتزاز يتعرض له المنشأ . ومن ثم فإن كمية الحديد توزع على طبقات متعددة ومن المفضل اختيار الأسياخ ذات الأقطار الصغيرة المتجاورة على مسافات ضيقة وتكون طبقات التسليح موضوعة على هيئة حوائط مكعبة . . والركائب stirrups الرأسية أو المائلة تقلل من التشققات والشروخ المائلة ، كما تقاوم جهد القص (shear stress) خاصة عند نقط الارتكاز supports

وطبقات الحديد فى مناطق الشد يجب أن تماسك بركائب مثبتة جيداً فى الخرسانة إلى حوالى  $2/3$  سمكها على أن يمتد  $1/3$  الركائب فى كل السمك .

ومن المهم أن نعلم أن شبك التسليح فى السطح الأمامى مهمة لأنه يقلل من حجم الحفر الناشئ .

وفى المتوسط نأخذ ١٠٠ رطل حديد لكل ياردة مكعبة من الخرسانة (المدرسة الأمريكية) على الأقل .

٣ كج للتر المكعب من الخرسانة (المدرسة الإنجليزية) ويمكن زيادتها متى دعت الحالة لذلك .

والشباك المعدنية أو التسليح الشبكى بالقرب من السطح الداخلى يقلل من كمية المواد المتطايرة نتيجة التشقق إذا ما اصطدم مقذوف بالسطح .

والأسياخ كما هو معروف تجنش من النهايات hooked وتلتقى نهاياتها فى مسافات لا تقل عن ٥٠ مرة قطر السبيخ بالإضافة إلى أطواله التجميعيات (المدرسة الأمريكية) .

المدرسة الإنجليزية من ٨٠ مرة إلى ١٢٠ مرة قطر السبيخ . وتتقارب المسافات بين الأسياخ فى حدود المسافات المتبعة فى المنشآت العادية .



الانفجار بعد إيقافها تصمم على السمك اللازم لمنع التشقق كما في العمود ١٠ وواضح أن القيمة في هذا العمود أكبر من اللازم لأنها وأنت تساوت مع القيمة في العمود ١٢ إلا أن الأخيرة للسقف تحمل على ركيزتين وتحت فراغ ولكن هذه محملة بالكامل على التربة . . ومن ثم فإن السمك هنا في الكثير من الزيادة .

(ى) كما سبق سمك الحائط الخرساني اللازم لمنع تأثير قبلة تنفجر في أعلى الأرض ملاصقة للحائط  $T = 0.8 W^{1/3}$  قدماً .

حيث  $W$  وزن العبوة داخل المقذوف بالرطل .

وهذا السمك لو انفجرت القنبلة خارجة ملاصقة له لا يحدث بداخله أى خسائر في الوجه الآخر .

ويوضح الجدول رقم ٧ سمك الحائط اللازم لانفجار قبلة خدمة عمومية تنفجر في الهواء ملاصقة للحائط كما هو موضح في العمود ٥ من الجدول ٧ محسوبة بالمعادلة السابقة .

(ك) سمك الحائط المدفون اللازم لمقاومة انفجار قبلة مدفونة وملاصقة له وانفجرت في حيز محدود كما سبق بحته بالمعادلة  $T = 1.4 W^{1/3}$  .

وهذا السمك يمنع التشقق أو قد يحدث في سطحه الداخلى تشقق بسيط جداً .

وفي بعض الحالات تعمل حوائط متباعدة ويصمم الخارجى منها على تشقق متوسط  $T = 1.2 W^{1/3}$  والداخلى لمجابهة تصادم الجزئيات على النحو الذى أشرنا إليه من قبل والموضح في الجدول رقم ٧ الأعمدة ٧ و ٨ .

(ل) سمك الأرضية يجب أن يقاوم الانفجار الملاصق لمسافة ما . وسمكها حتى هذه المسافة  $T = 1.4 W^{1/3}$  ثم بعد هذا حيث لا يحتمل أن تخترق القنبلة الأرضية يكون السمك  $T = 0.7 W^{1/3}$  قدماً .

— الأسقف تغطى بكمية ضئيلة من التربة بسمك لا يزيد عن ٣ أقدام لتنمو عليها أعشاب الاخفاء .

— يجب أن تمنع القبلة من الالتفاف تحت أساس المنشأ وذلك بعمل بلاطات واقية جانبية على النحو السابق إيضاحه أو بامتداد الأساس لعمق لا يسمح بالتفاف القبلة وهذا أفضل .

— ومن المفضل أن تكون الأسطح الخارجية المنشأ مستديرة — فهذا يساعد على انحراف المقذوف كما يقلل من تأثير قوة التصادم .

— المداخل يجب حمايتها بحوائط واقية على النحو الذى سيرد ذكره فيما بعد على أن لاتمنع هذه الحوائط عن تركيب الأبواب المانعة لنفاذ الغاز .

(ح) الأسماك الموضحة في الجدول رقم (٦) لقنبلة نصف مدرعة خارقة توضح تأثيرات القنبلة المختلفة بالنسبة لأسماك الأسقف الخرسانية ، والأسماك اللازمة للوقاية . وهى محسوبة بالمعادلات الخاصة على النحو السابق إيضاحه . كما يمكن أن يعمل جدول مماثل للقنبلة الخارقة . فهذان النوعان النصف مدرعة الخارقة والمدرعة الخارقة لهما قدرة اختراق أكبر لأن ضغط القطاع لهما كبير ولكن تأثير الانفجار أقل . أما القنابل الخدمة العمومية فمادة تنشوه عندما تصطدم بسطح خرساني مسلح .

وواضح أنه في هذا النوع من القنابل . نجد أن الخطورة من الانفجار أساساً .

(ط) ويستخدم الجدول رقم (٦) كالآتى :

— العمود ١١ يوضح السمك اللازم لمقاومة الاختراق والانفجار بدون أى ألواح من الصلب ولذا فإنه قد أضيف إليه ١٥٪ زيادة عن السمك اللازم لمنع التشقق .

وإذا ما عملت ألواح الصلب فى السقف من أسفله أمكن توفير ١٥٪ من السمك كما هو موضوع فى العمود ١٢ . — البلاطات الواقية المجاورة واللازمة لمنع القنابل من



الوقاية تتحقق بنسبة ١٠٠ ٪ إذا ما كان الانفجار على بعد ٣٥ — ٤٠ قدماً وبنسبة ٩٥ ٪ إذا ما كان الانفجار على بعد ٢٥ قدماً .

وفي كل المنشآت الواقية يجب أن ندخل في اعتبارنا قدرة المنشأ على تحمل الركام الذي يتساقط فوقه .

كذلك للوقاية من القنابل الحارقة ( ع رطل ) .

هذا ويمكن الجمع بين المواد المختلفة كان يعمل المنشأ الواقى من الطوب والحرسانة أو من الطوب ويستكمل السمك بالرمل أو التراب المحصور من ألواح خشب واضمين في الاعتبار أن نعوض من مادة لأخرى بالنسبة بينهما على نحو ما هو موضح في الجدول أى مثلاً أن ١٠ بوصة خرسانة مسلحة تعادل ١٣ر٥ بوصة طوب تعادل ٢٢ بوصة رمل ويمكن بالمقاييس المتربة أن تعادل كل ١٢ سم خرسانة مسلحة تعادل ٢٠ سم طوب تعادل ٤٥ سم رمل .

هذه الأسماك تصلح للحوائط والأسقف وتقى من الشظايا والضغط ، ومن الممكن الجمع بين المواد المختلفة في الحائط الواحد بأخذ النسب وهذه القيم للانشاء الجيد والمواد الجيدة وكما أن الأسماك السابقة تعطى وقاية للانفجارات الجانبية من شظاياها وضغطها كذلك يمكن الاعتماد عليها للوقاية من كليهما بالنسبة للأسقف باستثناء الوقاية من الركام المتساقط على السقف من تأثير انهيار مبنى مجاور أو أدوار عليا الأمر الذى يحتاج لعمل صلبات للسقف لتحمل هذه الانهيارات .

١ — وعندما تنشأ مبان جديدة تحقق الوقاية من

الضغط والشظايا وقد تكون هذه المباني مساكن أو مصانع أو مراكز للحريق والتليفونات . وبالتالي قد تكون مباني كبيرة أو صغيرة . ففي الكبيرة يكتفى بزيادة أسماك الحوائط فيها في الأجزاء السفلى منها أو بجوار الماكينات والأجزاء السفلى منها أو بجوار الماكينات والأجزاء الهامة مراعاة للاقتصاد .. أما في المباني الصغيرة فربما يمكن اقتصادياً إنشاء الحوائط بالسمك الواقى كلها وعموماً لكل حالة دراستها طبقاً لإمكانات الاقتصادية .

٢ — المنشآت الواقية عن قوة التمزق Blast

والشظايا Splinters .

في كثير من الحالات نجد أن نوعية المنشآت وحجمه ووضعها يجعل من غير الضروري أو من غير الاقتصاد أن يبنى هذا المنشأ واقياً لما به من أفراد ومعدات من الضرب المباشر .

وفي هذه الحالات يكفي أن تحقق وقاية من فوق الرأس ومن الأجناب — وهذا بمعنى أن تكون مكونات المنشأ قادرة على تحمل ما ينشأ من انفجار قنبلة معروفة المعيار على مسافة مناسبة .

على أن أهم عامل يجب مراعاته في تصميم المنشآت الواقية من قوة التمزق هو التقوية الجانبية للمنشأ lateral strength كسكل ، وبالتالي تبدو لنا أهمية الوصلات المختلفة .

والمنشآت من الحوائط الحاملة ضعيفة في مجابهة القوى الجانبية ولا يعتمد عليها .

وفي الماضى عملت دراسة وقائية اقتصادية من هذين العاملين لقنبلة ٥٠٠ رطل أغراض عامة ( خدمة عمومية ) تفجر على بعد ٢٥ قدم من المنشأ .

واستمرت الدراسة لمختلف المواد واتضح أنه إذا كان الانفجار على بعد ٢٥ قدم فإن الحوائط بالأسماك المصممة للوقاية تقاوم الشظايا بنسبة ٩٥ ٪ فقط وتقاومها تماماً بنسبة ١٠٠ ٪ إذا كان الانفجار على بعد من ٣٥ — ٤٠ قدماً .

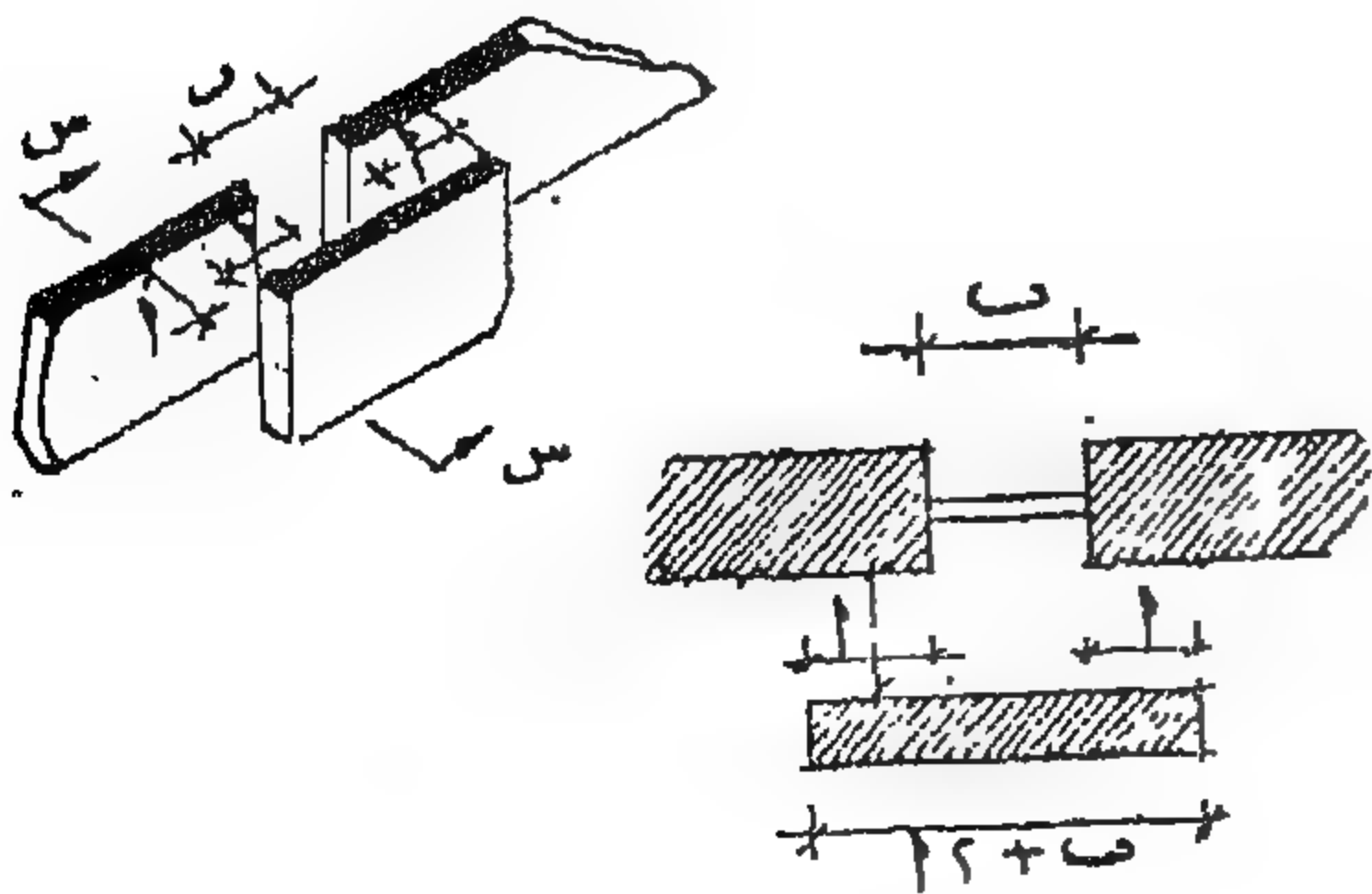
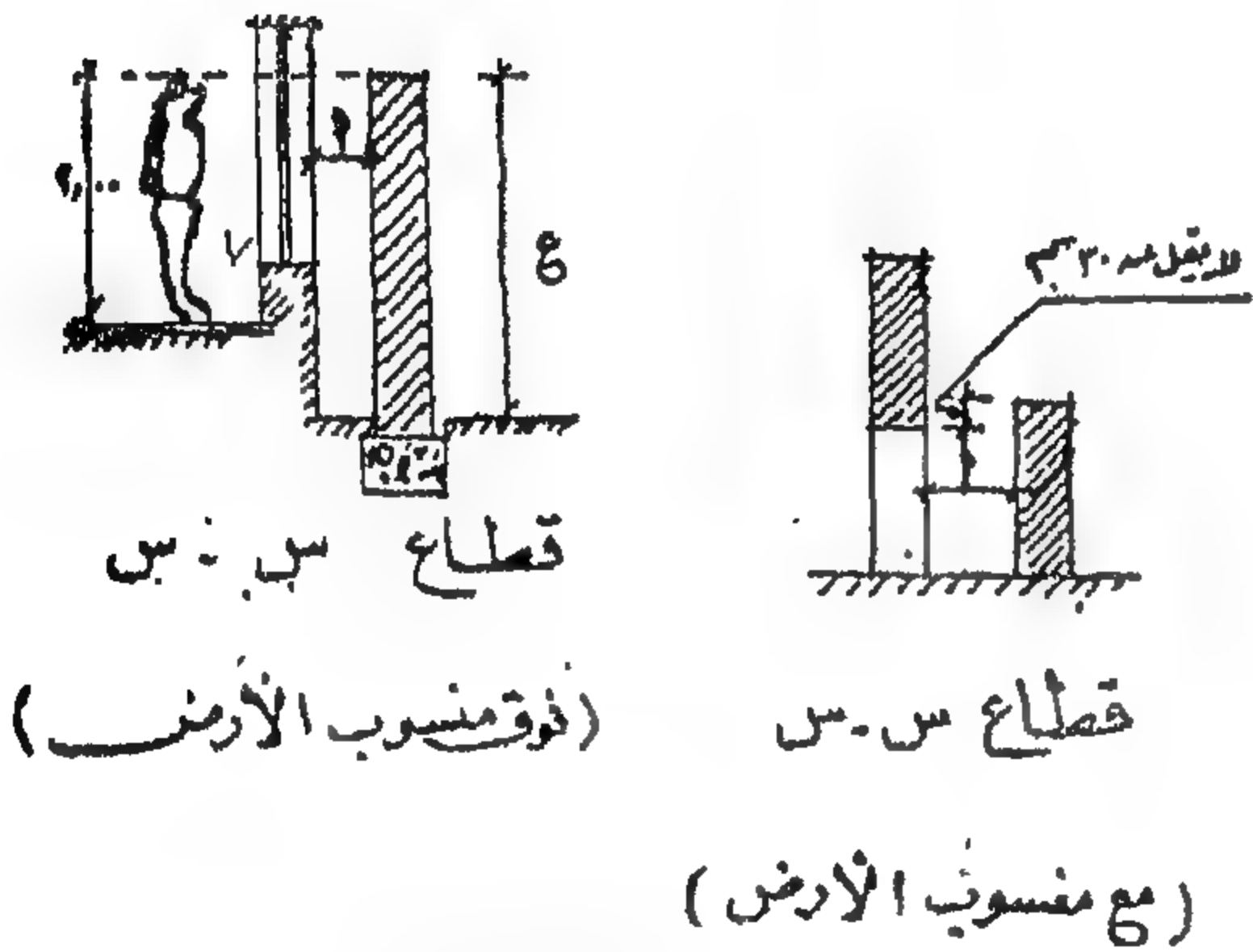
والمنشآت الواقية من الشظايا والضغط يجب أن يكون لها سقف للوقاية من القنابل الحارقة ومن الخفافات التى تتطاير نتيجة الانفجار . وإذا ما تطلب الموقف البقاء مدة طويلة في هذه المنشآت فيعمل أيضاً حساب الوقاية من الغازات .

الجدول رقم ٨ يوضح سمك المواد المختلفة للحوائط والأسقف كما تكون واقية من الضغط — والشظايا وهذه

(هـ) المداخل تحمى بقواطع — بعدها عن الحائط لا يقل عن ٣٠ سم بأي حال .. وفي حالة مداخل المنازل يمكن أن يبعد عن باب المنزل بما يسمح بالحركة (٨٠ سم) مثلاً أو أكثر .

وأما طول الساتر فيجب أن يكون أعرض من الفتحة من كلا الجانبين بما يساوى بعد الساتر عن الحائط ومن ثم فإنه سيكون في طول له يساوى طول الفتحة زائداً (٦٠ سم) وفي حالة أبواب المنازل كما سبق إذا أخذنا البعد ٨٠ سم فإن الطول سيكون مساوياً لعرض الباب ١٦٠ سم (٨٠ من كل جانب) وأما ارتفاع الساتر فإذا كانت الفتحة غير عالية من سطح الأرض فيمكن أن يزيد ارتفاع الساتر عنها بما يساوى قدماً . وإذا كانت عالية فتكفي أن يرتفع الساتر بما يحمى رأس شخص في الداخل . أى أن ارتفاع الساتر يساوى أرضية الغرفة الداخلية زائداً حوالى ٢ متر (شكل ٣٢) .

(و) الأسقف الخشبية يجب ملاقاتها .



شكل (٣٢)

ويجب أن تتباعد المنشآت التي من هذا النوع والمصممة بحوائط واقية عن بعضها مسافة لا تقل عن ٥٠ قدماً بالنسبة للمباني ذات الهيكل الخرساني أو الحديدي أما المباني ذات الحوائط الحاملة أو الخشبية فيجب ألا تقل المسافات بينها عن ١٢٠ قدماً .

والخبايا التي تصمم للوقاية من الشظايا وضغط الانفجار الناشئ من القنابل المتساقطة من الغارات الجوية تعمل حوائطها وأسقفها بأسمالك — الموضحة بالجداول السابق على ألا يتزايد عددها في المكان الواحد عن مخبأين متجاورين ، وفي حالة ما تسمح الأرض بزيادة عدد الخبايا — فيكون المسافة بين هذين المخبأين والآخرين بحيث لا يقل عن ٥٠ قدماً .

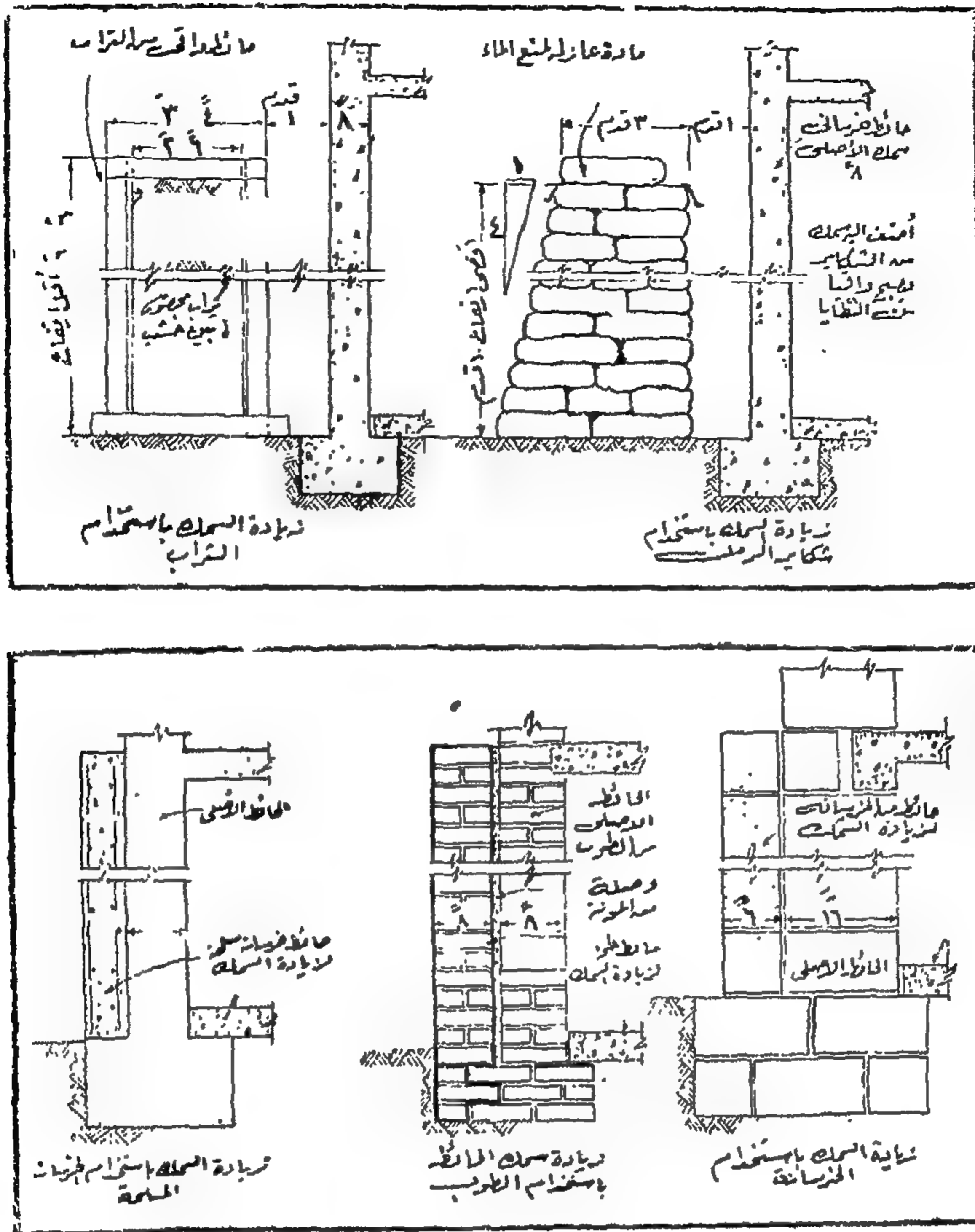
وهناك اعتبارات في التصميم يجب مراعاتها يمكن إجمالها فيما يلي :

(أ) من المفضل الإنشاء على هيئة هياكل خرسانية خاصة وأنها لا تتأثر بالموجة الضاغطة الناشئة من انفجار قنبلة على بعد ٥٠ قدماً . أما تلك المنشأة بطريقة الحوائط الحاملة فإنها لا تقاوم تأثيرات انفجار القنبلة وموجاتها الضاغطة .

(ب) المساكن الخشبية والمساكن المبنية بالحوائط الحاملة عرضة للانهار من تأثير الضغط والأولى أكثر تعرضاً من الثانية .

(ج) الأسقف يجب أن تتماسك جيداً مع أجزاء المبنى لأنها عرضة للتطاير من الضغط الناشئ من أسفل لأعلى .

(د) الشبايك يجب أن تقلل لأكبر حد من القلة بحيث يكون أسفلها على ارتفاع لا يقل عن ٦٠ قدم من الأرض وحلوق الشبايك يجب أن تثبت جيداً والحلوق الحديدية أكثر على مقاومة الضغط — أما الزجاج فهو يشكل خطراً ومن ثم يجب مراعاة التخلص منه في مثل هذه الظروف .



(شكل ٣٣)

صغيرة . وتعمل السواتر أمام النوافذ في الأدوار السفلى على النحو السابق الكلام عنه أو في الأدوار العليا على النحو الموضح في الأشكال .

٣ — وقاية المرافق المختلفة :  
من الأفضل أن تغذى المنشآت بمصدرين من مصادر المياه والكهرباء — ووسائل الاتصال .. ومن المفضل أن تم هذه في خنادق تحت الأرض أو في الهواء .  
والخطوط الهوائية لاتعالي كثيراً من الانفجار ويسهل إصلاحها .

ومواسير المياه التي يزيد قطرها عن ١٨ بوصة يجب أن يعمل لها محبس كل ميل على الأقل ومحبس لكل خط فرعي .

٢ — وبالنسبة للمنشآت القائمة فعلا وإمكان زيادة كفاءتها للوقاية من الشظايا والضغط :

(أ) تزداد أسماك الحوائط للأجزاء الهامة إلى أن تصل للسماك الواقي الموضح في الجدول رقم ٨ بأى وسيلة على النحو الموضح في الأشكال الموضحة كذلك الأسقف حينما يخشى عليها من الشظايا (شكل ٣٣) .

(ب) ولوقاية المعدات : ويمكن تحقيق الوقاية الجانبية للأفراد والمكينات في المنشآت الصناعية بتقسيم أرضية العنابر إلى أقسام بحوائط بالسماك الواقي من الشظايا .

(ج) وبالنسبة للنوافذ : فالزجاج يجب لصفه ب مواد لاصقة كالورق اللاصق أو القماش حتى لا يتطاير إلى شظايا



مدى كفاءتها لمقاومة غارة ما . وعادة يتطلب التدعيم كما يستطيع المنشأ مجابهة هذه الغارات أن يزيد من سمك الحائط للوصول إلى السمك اللازم للوقاية على النحو الموضح في الجدول (٨) وهذه الزيادة تتم أما :

- \* بزيادة سمك الحائط نفسه إلى السمك المطلوب .
- \* أو بعمل حوائط واقية منفصلة .

ويجب عمل موازنة اقتصادية لاختيار أصح الوسيلتين . وفي تدعيم المنشآت القائمة لزيادة إمكانياتها في الوقاية تزداد أسماك الحوائط كما سبق إلى الأرقام الموضحة في الجدول (٨) كما يجب أن تكون الأسقف على أقل تقدير بنفس الأسماك الموضحة في الجدول (٨) وأيضاً يجب أن تكون محققة للأسماك الموضحة في الجدول رقم (٩) للوقاية من القنابل الحارقة .

وفي زيادة أسماك الحوائط قد تزداد من نفس مادتها أو من مادة أخرى على النحو الموضح في الجدول (٨) وفي الأشكال الموضحة في (شكل ٣٤) .

— كذلك يجب حماية كل المداخل بحوائط واقية .

— وفتحات النوافذ يمكن غلقها بالسكامل بالطوب أو الخرسانة .. الخ . أو بارتفاع ٦ قدم ونصف أو أكثر .

وقد استخدمت شكاير الرمل للفتحات والنوافذ وأنت بنتائج فعالة وعيها أنها مؤقتة ( ٦ — ٨ أسابيع ) ولا تصلح للمدد الطويلة لتآكلها . ومن وسائل إطالة عمرها رشها بمادة بيتومينية أو وضع كمية أسمنت أو مادة بيتومينية مع الرمل الموضوع بداخلها .

— ومن المفضل إزالة الزجاج متى أمكن أو يلصق عليه شرائط لاصقة أو شبك معدنية أو ورق به مادة بيتومينية أو مطاطية أو إسيتيت .. فهذه كلها تسبب تماسكاً في الزجاج بحيث إذا تساقط لا يتناثر إلى شظايا بل إلى قطع .

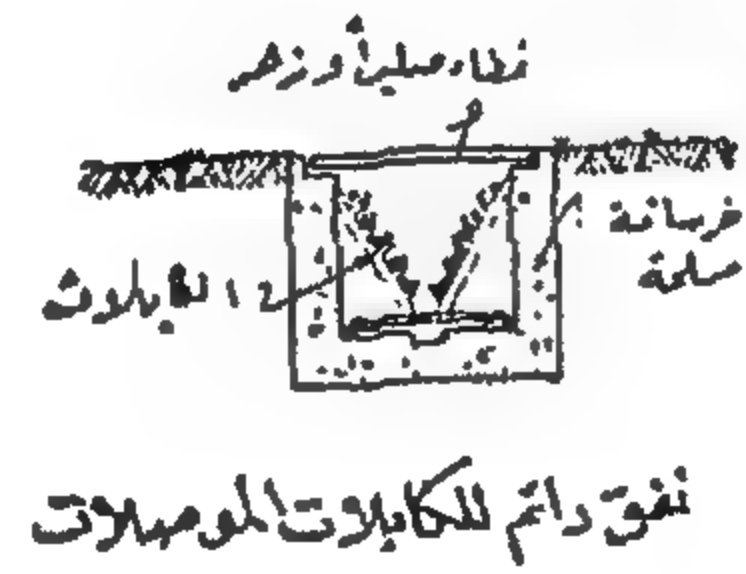
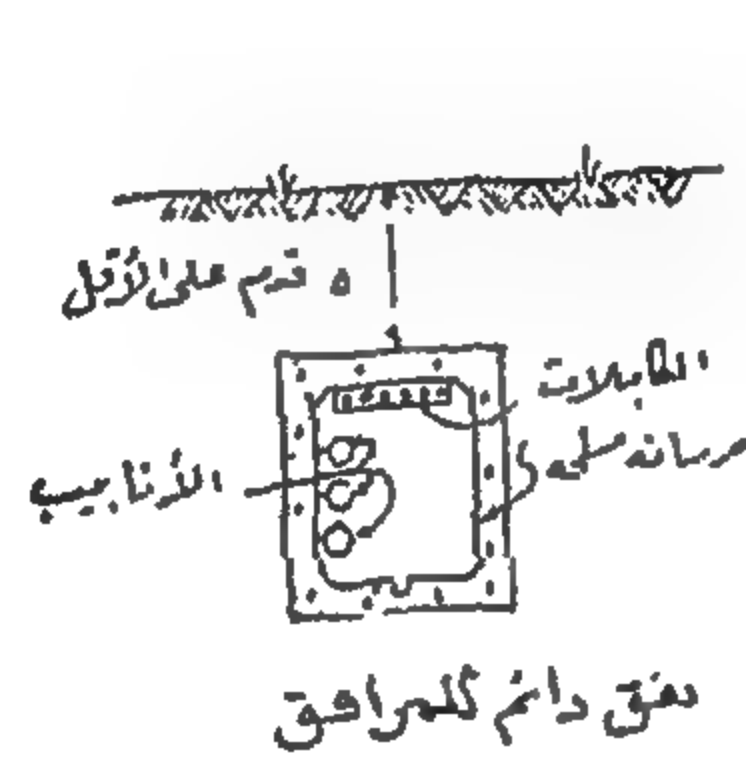
وبالنسبة لزجاج المنور يمكن وضع شبك معدنية من أسفلها حتى إذا ما كسر الزجاج لا يسقط داخل المنزل .

كما يجب توفير قطع غار للاستخدام الفوري . وبالنسبة لسوتشات التليفونات يجب وضعها في أماكن آمنة في الأدوار السفلى من المبنى .

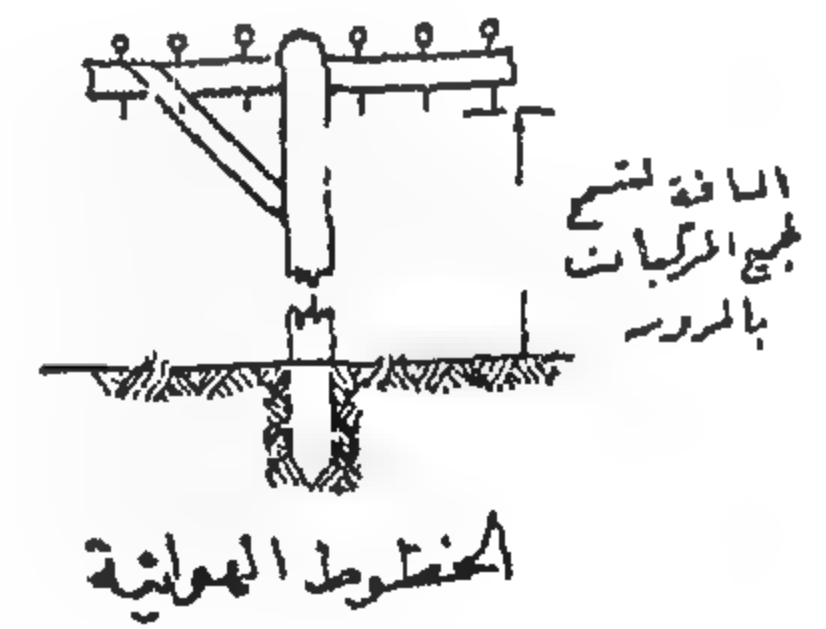
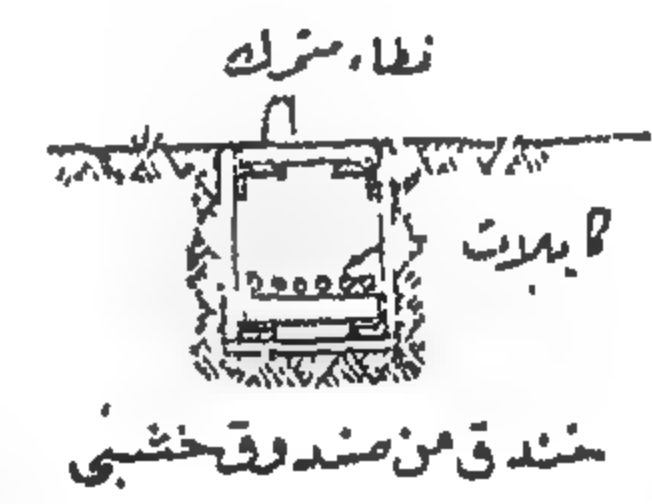
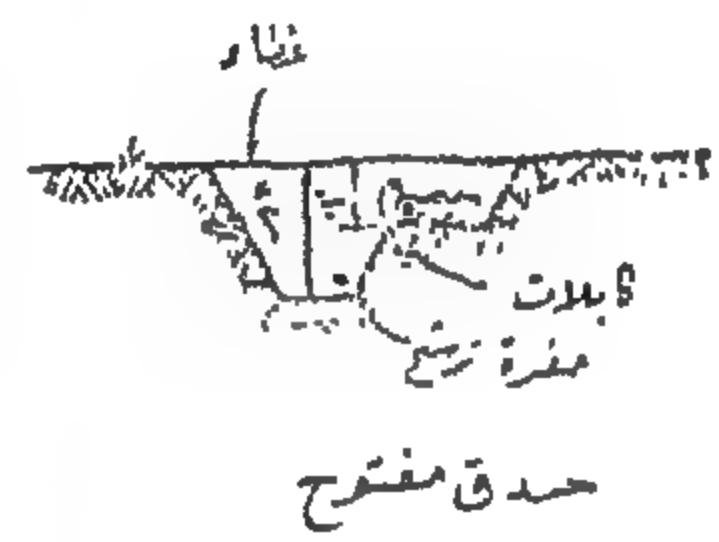
ويجب العناية بالمحولات بعمل حوائط واقية لها بالأسماك السابق الإشارة إليها وتفضل المواسير الصلب ذات الوصلات المرنة من الزهر .

ونصف القطر الذي عنده تتحطم المواسير نتيجة الموجه الضاغطة التي تثقل داخل التربة عقب انفجار قنبلة على بعد من الماسورة ( وهو نصف القطر ) يمكن معرفته من جدول رقم ١١ . ويوضح ( شكل ٣٤ ) وسائل حماية الأنابيب والكابلات .

### الحل الدائم



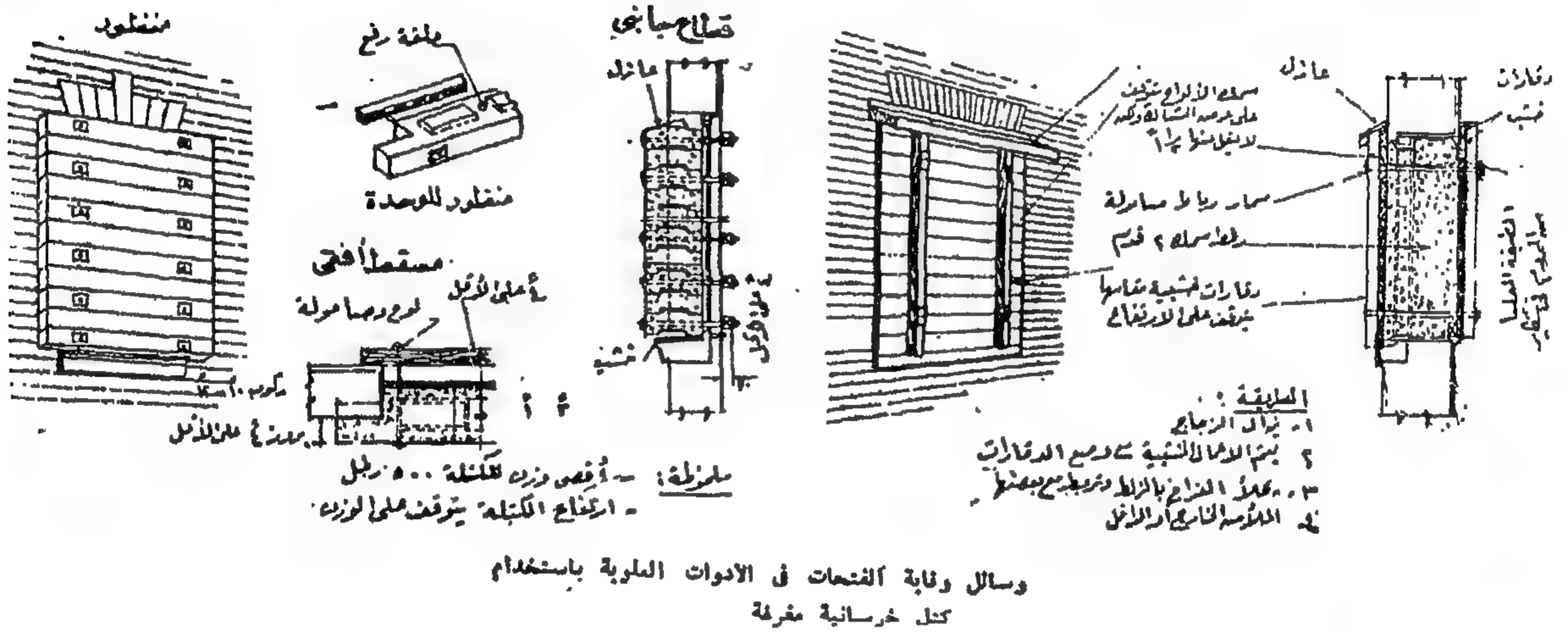
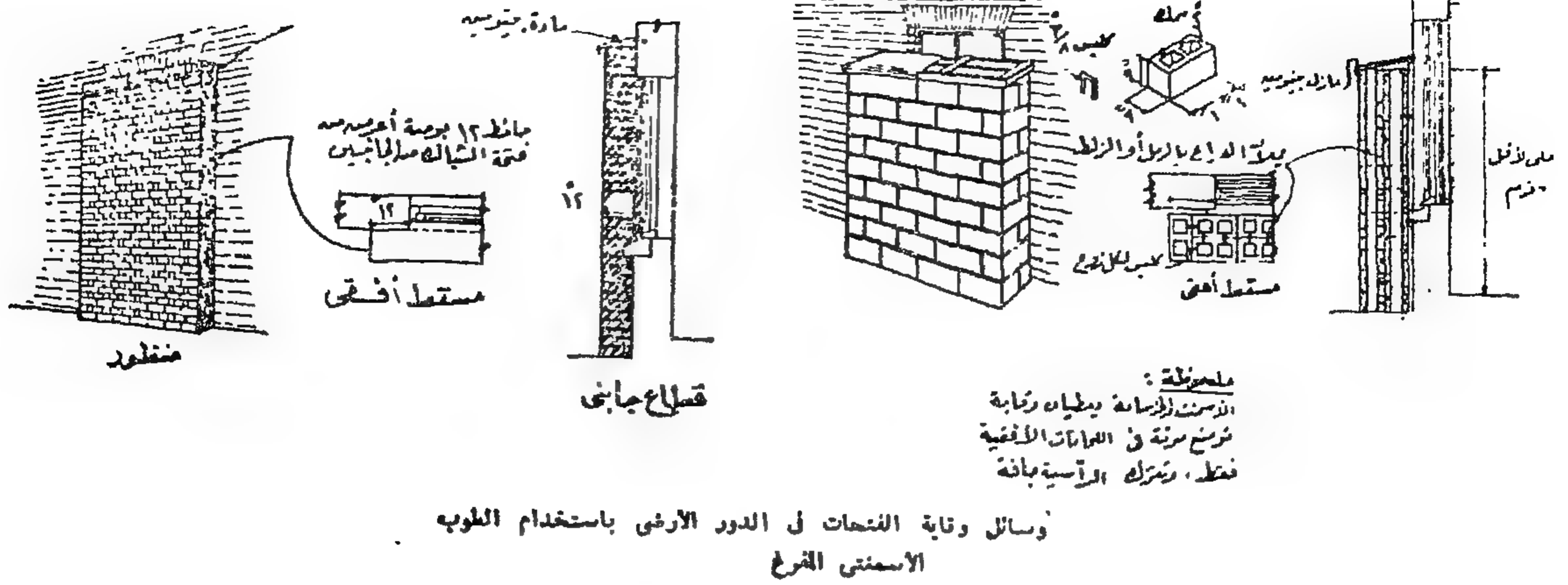
### الحل المؤقت



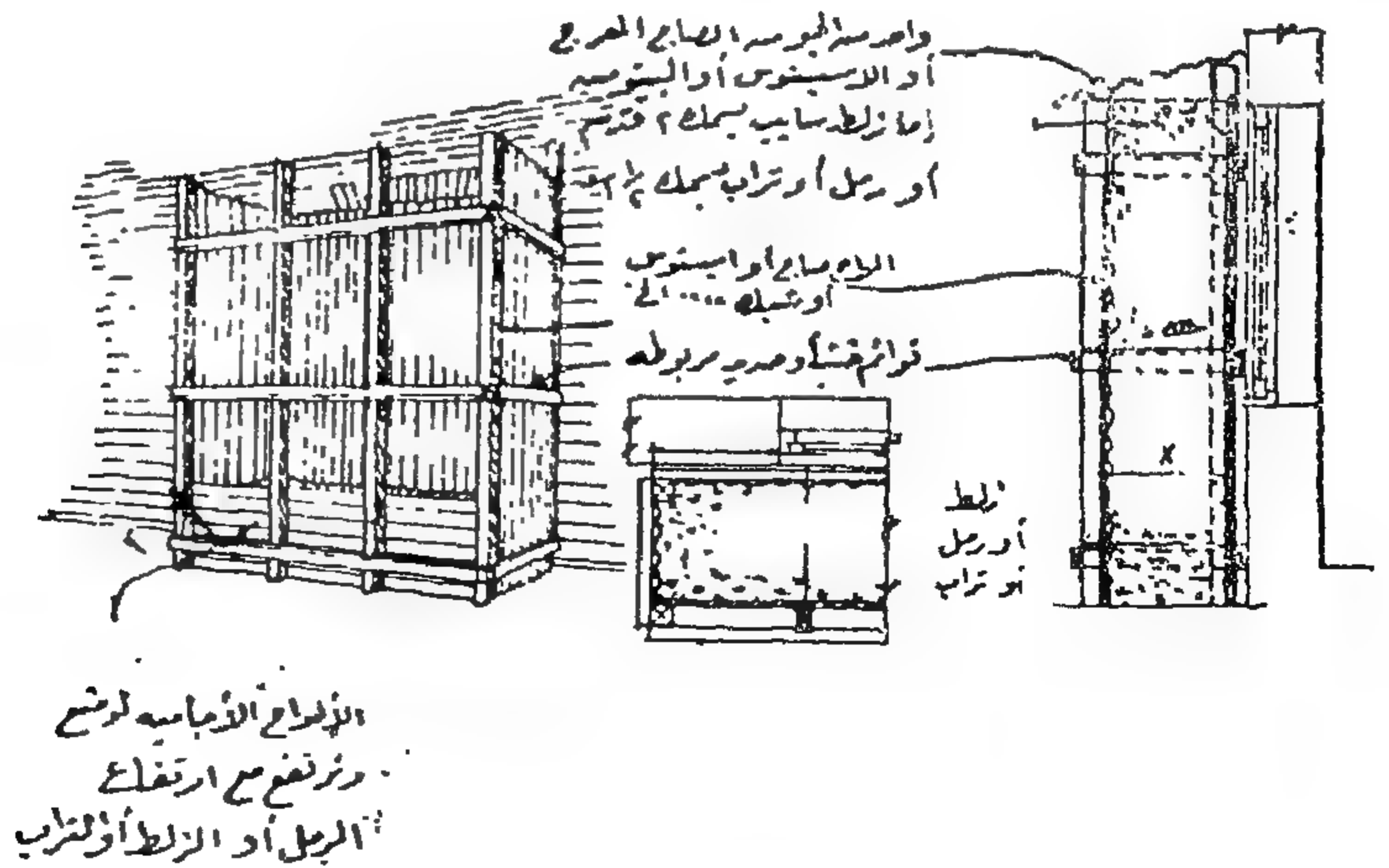
شكل ( ٣٤ )

٣ - التعديلات الممكن إدخالها في المنشآت القائمة لتحقيق الوقاية .

إن المبادئ والقوانين التي ذكرناها لنشء بعقمتها مبنية واقياً هي بعينها التي تستخدم للمنشآت القائمة وتحدد



↑ ( شكل ٣٥ )

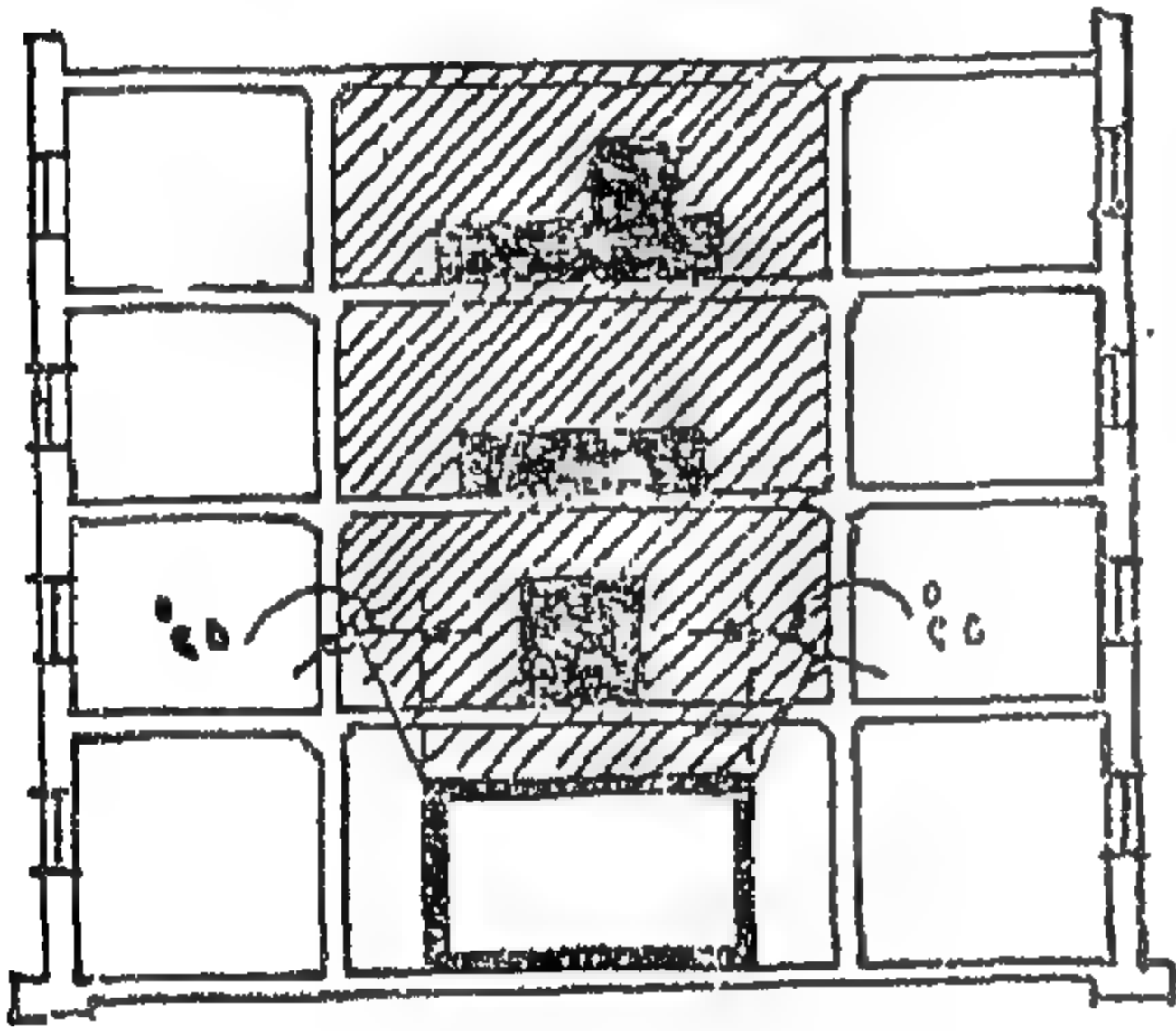


→ شكل ( ٣٦ )

وسائل وقاية الفتحات في الادوار العلوية باستخدام الرمل او الزلط

## — تأثير الركام المتساقط :

ويقصد به الثقل الذي يسقط من أثر التصدع ، وما يهنا النقل من الآلات وأدوات فوق سقف المنشأ الواقع أو من حوائطه ( وهذا الركام يأتي من الأدوار العليا للسفلى كما يأتي من المنازل المجاورة ) . ويمكن اعتبار ركام المنازل المجاورة كأنه يتساقط تماماً فوق الخبأ شأنه شأن الركام المتساقط من الأدوار العليا للمنشأ الذي به الخبأ متى كانت هذه المنازل أو المنشآت المجاورة قريبة ، وتعتبر قريبة إذا كانت لا تبعد عن المخبأ بأكثر من نصف ارتفاعها أو بما يساوى ارتفاعها في حالة المداخل أو ما شابه ( شكل ٣٧ ) .



جزء من المبنى وما يحتوى عليه من آلات الذي قد يهنا على الخبأ

شكل ( ٣٧ )

ولتقليل أثر صدمة الركام وتركيزها يفضل عند إنشاء مخبأ خارج المنزل أو المصنع ، ألا ينشأ في منطقة ملاصقة لمبنى من أربعة أدوار أو أكثر أو إذا ما أريد اختيار المخبأ داخل المنشأ وبالإضافة إلى ضرورة بعده عن الشارع كما أسلفنا لا ينتخب المكان في الأحواش أو تحت حوائط ضعيفة .

## ويحسب كالآتي :

١ — في المباني المنشأة من الحوائط الحاملة المكونة من الطوب أو الحجر والتي تزن ٢٠٠ رطل للقدم الطولى والى تبلغ قيمة المواد بها ٥٠ رطلا لكل قدم مربع من

وفى المرافق من المفضل أن تزود الحطوط . وإذا كانت المواسير وكابلات التليفون وما شابه فوق الأرض فإنها بلا شك لا تكون معرضة للهزة الأرضية ويسهل إصلاحها ولكن يجب حمايتها من الشظايا فى هذه الحالة بوضع زلط ورمل وأتربة فوقها أو بوضعها فى خنادق غير عميقة مفتوحة أو مردومة بأتربة غير مدكوكه . وأحياناً نشأ لها حفرة واقية قبلها تمتص الهزة الأرضية ( شكل ١٦ ) .

— كما يلزم عمل تقوية لتقوية المكان المطلوب حمايته .

ووسائل التقوية تتوقف على نوعية المنشأ وعلى الغرض الذى سيستخدم من أجله ، وعلى إذا ما كان المنشأ سيقوى لمجابهة قوى جانبية أو قوى علوية أو كليهما .

وأنسب وسائل التقوية هى وضع دعائم جديدة على مسافات تحول المنشأ من تحميل بسيط إلى تحميل مستمر ذو فتحتين أو أكثر . فهذا من شأنه أن يغير فى توزيع الجهود فى أعضاء المنشأ ويزيد من كفاءة المنشأ ككل .

فبوضع قائم فى منتصف كمر ما فإنها تصبح بذلك قادرة على تحمل ٤ مرات ما تحمله .

— ولزيادة كفاءة المقاومة الجانبية للأفراد والمعدات فى المصانع فإنه يمكن تقسيم المساحات الكبيرة بحوائط واقية من الشظايا وقوة التمزق مجاورة للماكينات أو لأماكن جلوس الأفراد . وبالتالي يتجنب الدقة فى اختبار أما كن إنشاء هذه الحوائط حتى لا تعطل الحركة أو تعوق الإنتاج .

وبالنسبة لوقاية الماكينات الهامة يمكن وقايتها بعمل حوائط تحيط بها بارتفاع الأجزاء الهامة بها وبغطاء فوقها إن أمكن وأماكن الحوائط والغطاء تكون بالسحك الواقى .

ومحطات المحولات يجب دائماً عزلها عن الماكينات بحائط سمك ١٧ بوصة من الطوب أو أى مادة أخرى تقاوم الحريق .



٢ — في المباني ذات الهياكل الخرسانية :

وعندما تكون الأعمدة في دورين على الأقل فوق الخبأ بسبك ١٠ بوصات فإن ثقل الركاب، يمكن اعتباره مكافئاً ٢٠٠ رطل للقدم المربع من سقف الخبأ بصرف النظر عن عدد الأدوار فوق الخبأ .

ولا تعطى بالآلات أو ماكينات . فنادرًا ما تعاني المنشآت ذات الهياكل الخرسانية من الاهتزاز ، ولكن من المفضل عندما يكون الخبأ داخل المبنى تحت أدوارها ماكينات ، أن موضع فوق سقفه شكاير رمل لامتصاص الصدمة .

هذا وعلى المهندسين مراعاة تصميم هذه الخبأ بحيث يكون الحمل الميت والحمل الحي ونقل الركاب في انتقالها إلى الأساس لا تعطى جهداً أكبر من الجهد المعتاد بأكثر من  $\frac{1}{3}$  و ٣٣٪ .

والدراسة السويسرية قد جمعت هذه النتائج وخرجت منها بالجدول التالي الذي يوضح باختصار أسماك البلاطات تقريباً بالنسبة لأسقف الخبأ لمقاومة سقوط الانقاض والمقاسات الصغيرة هي للأسقف المثبتة الأطراف والأخرى للأسقف الحرة الأطراف . والاسماك هنا طبقاً للمدرسة الفرنسية بالمتر والسنتيمتر .

مساحة المبنى فإن الخبأ التي تنشأ داخل هذا النوع من المباني يجب أن تصمم لتحمل أفعال الركاب كما يلي :

إذا كان هناك طابقين فوق سطح الخبأ فالثقل ٢٠٠ رطل / قدم مربع .

إذا كان هناك ثلاثة أو أربعة طوابق فوق الخبأ فالثقل ٣٠٠ رطل للقدم المربع .

إذا كان هناك أكثر من أربعة أدوار فالثقل ٤٠٠ رطل للقدم المربع . وإذا كان بالطوابق فوق الخبأ محتويات ثقيلة كالآلات وما شابه بحيث يكون مجموعها كلها فوق الخبأ يعطى ثقلاً أكبر من ٥٠ رطلا للقدم المربع فإن ثقل الركاب المؤثر في هذه الحالة كالأرقام عالية مضروباً في نسبة الثقل على الرقم ٥٠ رطلا للقدم المربع .

وإذا كان الخبأ خارج مثل هذا المنشأ مباشرة فتحسب أفعال الركاب على أنها ٢٢٥ رطلا لكل ١٠ أقدام من ارتفاع المبنى وليس هناك ضمان لعدم وجود بعض حالات يستطيع فيها ركاب مركز أن يخترق سقف الخبأ . وهذا عن الأحوال الموزعة بالنسبة لخبأ منشآت المباني ذوات الحوائط الحاملة يضاف إلى ذلك ثقل مركز من تأثير الركاب مقداره (٢٠) طناً مؤثراً على مساحة دائرية قطرها ١٠ بوصات إذا كان المبنى ثلاثة أدوار فأكثر فوق الخبأ ، أو (١٥) طناً إذا كانت الطوابق فوق الخبأ واحدة أو اثنين .

نمك سقف الخبأ لمقاومة الانقاض بالسنتيمتر				مقاس سقف الخبأ
أربعة أدوار + سطح	ثلاثة أدوار + سطح	دوران + سطح	دور + سطح	
٢٥ — ٣٣	٢٣	٢١	٢١	بلاطة ٤ × ٤ متر مركزية على أربعة حوامل
٣٠ — ٢٧	٢٧ — ٢٣	٢٤ — ٢١	٢١	بلاطة ٧٠ × ٥٠ متر مركزية على أربعة حوامل
٣٩ — ٣٠	٢٥ — ٢٧	٣٢ — ٢٥	٢٧ — ٢١	بلاطة مستمرة بحرها ٤ أمتار
٣٨ — ٢٧	٣٤ — ٣٣	٤٠ — ٣١	٣٤ — ٢٦	بلاطة مستمرة بحرها ٥ أمتار

ملحوظة : المدرسة الانجليزية تصمم السقف على تحمل ضغط مقداره ( ١٠٠٠ كج ) متر مربع لو كان الخبأ على مسافة من خط المبنى تزيد عن نصف ارتفاع أعلى المبنى وعلى ٢٠٠٠ كج للمتر المربع لو كان قريباً من المبنى .

## الحوائط الوقائية

الحوائط الوقائية هي حوائط من مختلف المواد تنشأ لمقاومة الضغط الناشئ من الانفجار والشظايا وذلك لوقاية المعدات ولما كُنات كذلك لوقاية الأفراد الذين تتطلب أعمالهم التواجد بجوار آلاتهم ومحطاتهم أثناء الغارات أو لتقسيم مساحة منشأة كبيرة إلى قطاعات لتقليل الخسائر بها عندما تتعرض هذه المساحة للضغط والشظايا .

كما أنها تفيد ضمناً في منع اندلاع النيران إذا ما حدث حريق ما :

وهذه الحوائط أو ما يقابلها من التوكسيات على النحو الذى نوضحه تستخدم لوقاية فتحات النوافذ من الخارج ووقاية المداخل المختلفة أو لوقاية حوائط مبنى قائم لاتتحمل حوائطه الضغط والشظايا .

كما تستخدم لحماية الأعمدة والقوائم التى تدعم المنشأ ومنعاً له من الانهيار .

ومن الممكن استخدام التوكسيات وهى نوع من الحوائط ولكن بمواد كالرمل فى الشكاير أو ما شابه إذا ما سمحت المساحة لوقاية المحولات الكهربائية ومركز الرقابة وآلات القوى والمواصلات والطلمبات ووسائل إطفاء الحريق . كذلك خزانات الوقود والمواد البترولية يمكن وقايتها بهذه التوكسيات أو أى نوع من الحوائط الوقائية .

وتفيد التوكسيات الوقائية أيضاً فى وقاية الطائرات والمربات ومناطق التخزين .

وقد يكون من الاقتصاد استخدام حواجز من الخشب تملأ بالتراب أو تملأ بالزلط لتؤدى الغرض كحائط واق طالما كان السمك كما جاء بالجدول .

كذلك قد يستفاد بالبراميل الفارغة التى تملأ بالتراب وتنشأ منها حائطاً واقياً طالما كان بالسمك الواقى وهكذا

نجد أنه من الممكن استنباط أى ابتكار من أى مادة لعمل حائط واق . فالحائط الواقى لا يعنى حائطاً من الطوب أو الدبش فقط والمهم أن يكون سمك هذا الحائط المبتكر كافياً أى بالسمك الذى يوضحه الجدول السابق الذى يوضح الأسماك الوقائية من الشظايا والضغط .

ولما كانت الشظايا والضغط هما العاملان اللذان تنشأ من أجسام هذه الحوائط ولهذا تحددت أسماؤها بأرقام وضعتها الجدول طبقاً للمواد المصنوعة منها هذه الحوائط وطبقاً لحجم القنبلة المنفجرة . إلا أنه من الضرورى ضمان ثبات هذه الحوائط حتى لا يتسبب الضغط فى نزاعها وقلبها ومن ثم يتحتم تثبيتها تثبيتهاً كافياً ويمكن إنشاء هذه الحوائط بأشكال مختلفة مع مراعاة ما يلى :

( أ ) أن تبقى من اختراق الشظايا لها وهذا لا يتأتى إلا باستخدام الأسماك الموضحة فى الجدول .

فإذا كانت القنابل المتوقعة عيار ٥٠٠ رطل فإن الجدول يقول إن السمك اللازم للحائط إذا ما كان من الصلب هو ٣ بوصة — وإذا ما كان من الخرسانة المسلحة ١٢ بوصة — وإذا ما كان من الخرسانة العادية ١٨ بوصة — وإذا ما كان من الطوب المقوى بأسياخ حديدية ١٧ بوصة — وإذا ما كان من الطوب العادى ٢٩ بوصة — وإذا ما كان من بلاطات خرسانية سابقة الصلب ٢٤ بوصة — وإذا ما كان من التراب المحصور بين حواجز خشبية ٣٠ بوصة وإذا كان من الرمل ٣٦ بوصة .

( ب ) ثبات الحائط وتثبيته بحيث لا يتقلب من تأثير الضغط وهنا يجب أن ينظر إلى الحائط على أنه كابولى مثبت فى الأرض وطره الآخر حر ويتعرض للضغط يجب أن يقاومه .

( ح ) أن تكون أجزاء الحائط متماسكة مع بعضها متماسكة قوياً بحيث لا تتشربخ ولا تتطاير أجزاؤه وهذا لا يتأتى إلا إذا كان إنشاؤه سليماً من ناحية المواد والصناعة .

في الأرض بقدمه كافية والجزء المغروس في الأرض يكون ثلث ارتفاع الحائط أو نصفه ويفضل أن يكون نصفه .

٣ — حوائط تتخللها كهرات من الصلب مغروسة في الأرض في أسمنت، وتبنى الحوائط الطولية بين هذه الكهرات .

٤ — كابولي من الصلب له قاعدة من الصلب كما في الشكل على الأرض أو في داخلها وهذا النوع قد ينزلق من الضغط لأن التثبيت غير كاف لمقاومة الانزلاق .

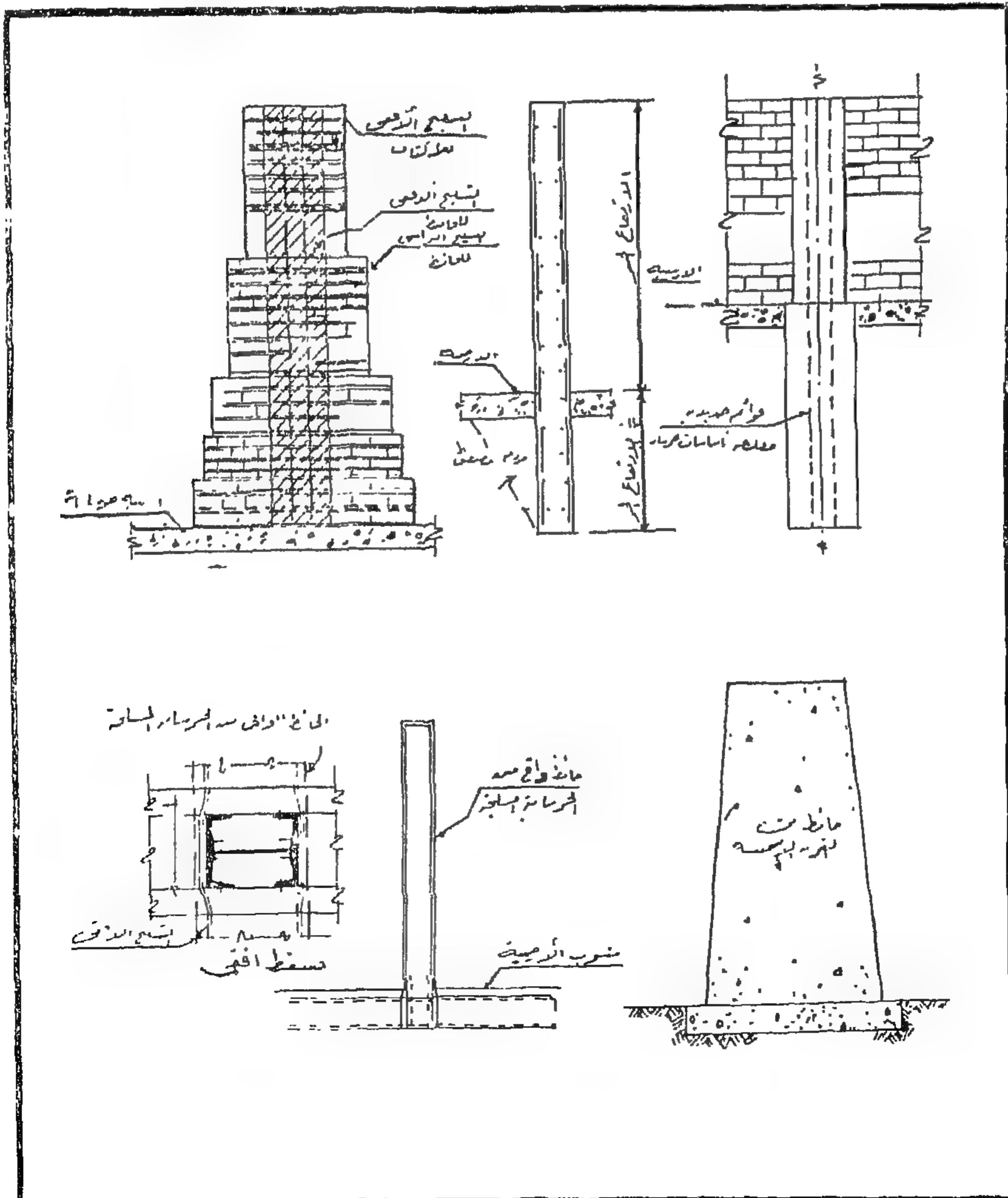
٥ — حائط صب من الخرسانة وهو غير اقتصادي ويجب أن يتناسك أجزاؤه أو يعمل له هيكل خرساني .

ومن أنواع هذه الحوائط ما يلي ( شكل ٣٨ ) .

١ — حوائط خرسانية مسلحة (أو من الكتل الخرسانية المسلحة) تستند إلى أكتاف وهذه الأكتاف تبرز عن الحائط لمنع الحائط من الانقلاب . والحائط إما مثبت في الكتف أو حر في الحركة فوق أساس متين .

والمسافة المناسبة بين السواند هي من ( ٢٠ — ٤٠ ) قدم وفي حالة الكتل الخرسانة المسلحة تكون ١٠ قدم . وإذا ما انحرف الحائط بزاوية ٩٠ درجة فيمكن اعتبار الحائط الجديد سائداً للأول والعكس .

٢ — حائط خرساني مسلح على هيئة كابولي مغروس



شكل رقم (٣٨)





ارتفاع الحائط (أ)	المسافة بين التوائم (ب)	مقاس القائم	عمق القائم تحت السطح حسب الضغط على التربة (ض) بالطن على القدم المربع (ح)					أقل قطر للمجرى (S)	تسليح الانقبض في منتصف الحائط	تسليح في الراس في منتصف الحائط
			ض=١	ض=٢	ض=٣	ض=٤	ض=٥			
٨ -	$\frac{2}{4}$ ٦ ١٢	٩ × ٤ × ٢١ رطل	٩ -	٦ ٣	٥ ٣	٤ ٦	٣ ٩	١٢	٨ -	٣ -
١٠ -	$\frac{2}{4}$ ٦ ١٢	١٠ × ١١ × ٢٥ رطل	٩ ٩	٦ ١١	٥ ٨	٤ ١١	٣ -	١٤	٨ -	٣ -
١٢ ٦ -	$\frac{2}{4}$ ٨ ١٢	١٢ × ٥ × ٣٠ رطل	١٠ ١٠	٧ ٨	٦ ٣	٥ ٥	٤ ٥	١٦	٨ -	٣ -
١٥ -	$\frac{2}{4}$ ٨ ١٢	١٣ × ٥ × ٣٥ رطل	١٢ ١	٨ ٨	٧ -	٦ ١	٥ -	١٦	٨ -	٣ -
١٧ ٦ -	$\frac{2}{4}$ ٨ ١٢	١٤ × ١٠ × ٤٠ رطل	١٢ ٩	٩ ١	٧ ٤	٦ ٤	٥ ١٠	١٨	٨ -	٣ -
٢٠ -	$\frac{2}{4}$ ٨ ١٢	١٥ × ٦ × ٤٥ رطل	١٤ -	١٠ -	٨ ١	٧ -	٦ ٨	١٨	٨ -	٣ -

١ - بالنسبة لتخزين الوقود في خزانات مضادة لتأثير القنابل يفضل عمل هذا النوع في الخزانات الرئيسية والقواعد الهامة ، ويتم ذلك بإنشاء خزانات تحت الأرض تغطي بسقف وافي من الخرسانة المسلحة ذات أسماك كبيرة . - ومن الممكن إنشاء هذه الخزانات في مغارات في الجبال وواضح أن تكاليف الإنشاء ضخمة ، وأنها أكثر من قيمة ما يخزن بها من وقود ولسكنها ضرورية جداً .

٢ - الخزانات المدفونة تحت الأرض وهذه باخفائها تحقق وقاية كاملة أو يكاد يكون من المستحيل إشتعالها بالإضافة إلى صعوبة التمرق عليها ، وحتى لو حدث لها إشتعال نتيجة إصابة مباشرة فيسهل جداً إطفائها في مثل هذه الحالات وتكون الخسائر في البترول طفيفة جداً .

ومن المفضل عمل سقف خرسانة بسمك ١٠ بوصات للوقاية من القنابل الحارقة حتى وزن ٥ أرتال .

٣ - أما الخزانات السطحية فهي معرضة لموجات الضغط الناشئة من الانفجار ، وكذلك الشظايا الناتجة من القنبلة وهذه قادرة على أشعال المحتويات وعلى إنسياب الوقود مشتملاً حتى يصل إلى غيره من الخزانات .

٤ - سبق يجب أن يوضع في الاعتبار أن هذه الحوائط كلما زاد طولها كلما ساعدت على تقليل قوة التمزق إذ أن الضغط الناشئ من الانفجار عندما يصطدم به وهي ذات سمك قوى كالموضح في الجدول (٨) وأساس متين فانه يعجز عن تدميرها ويضطر للانحراف على الجانبين مماساً لها بغية الالتفاف حولها ، وبالتالي كلما طال طريق هذا الضغط كلما قلت شدته فيلف حولها وقد إنخفضت قيمته بما مقداره من ١٠ إلى ٤٥ ٪ من قيمته الموجبة ...

أما قيمته السالبة فهي لا تتأثر .

ومن هنا تتضح لنا أهمية طول الحائط .

خزانات البترول ومشتقاته :

يمكن وقايتها بإحدى الوسائل الآتية :

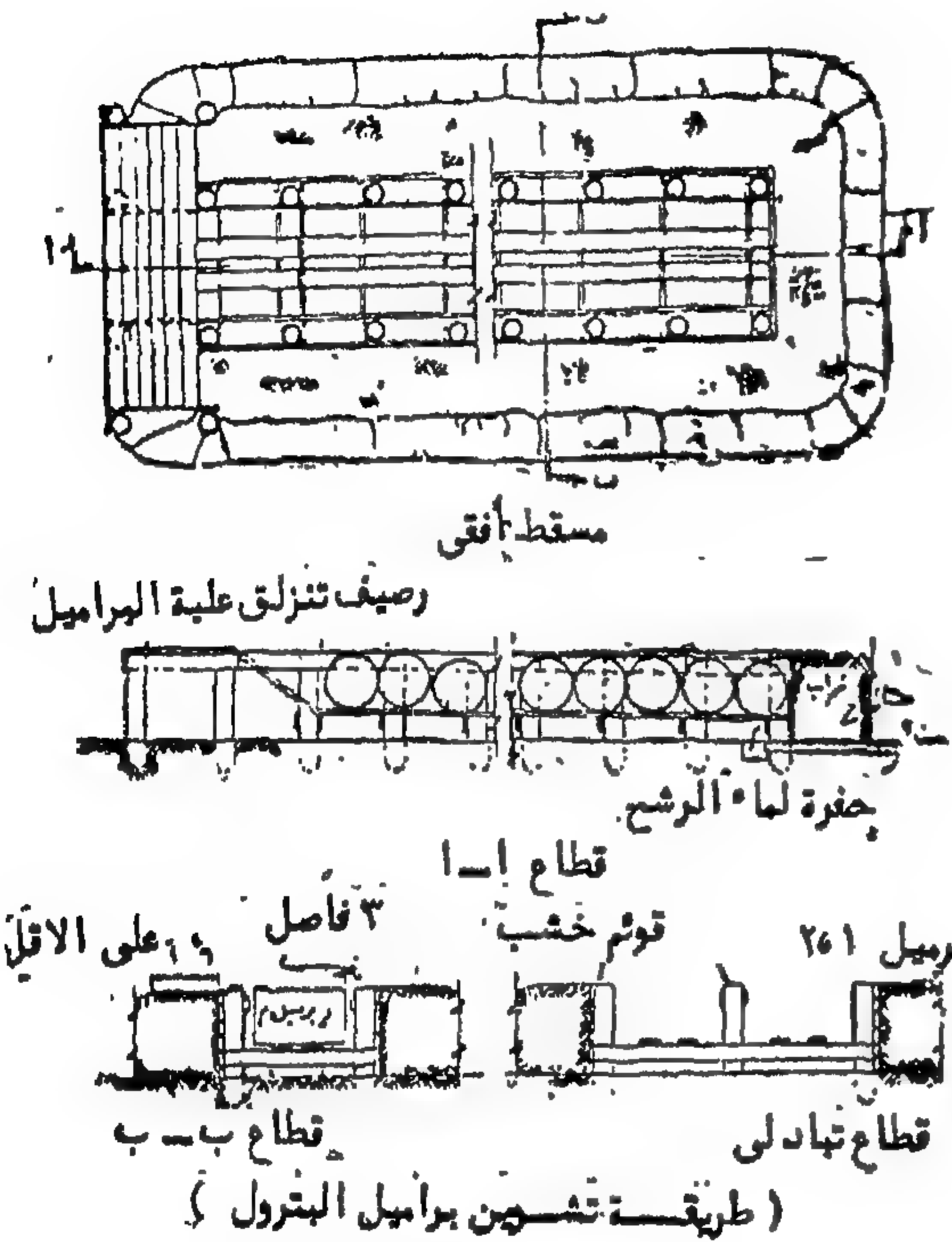
١ - تخزين مضاد لتأثير القنابل .

٢ - خزانات مدفونة تحت الأرض .

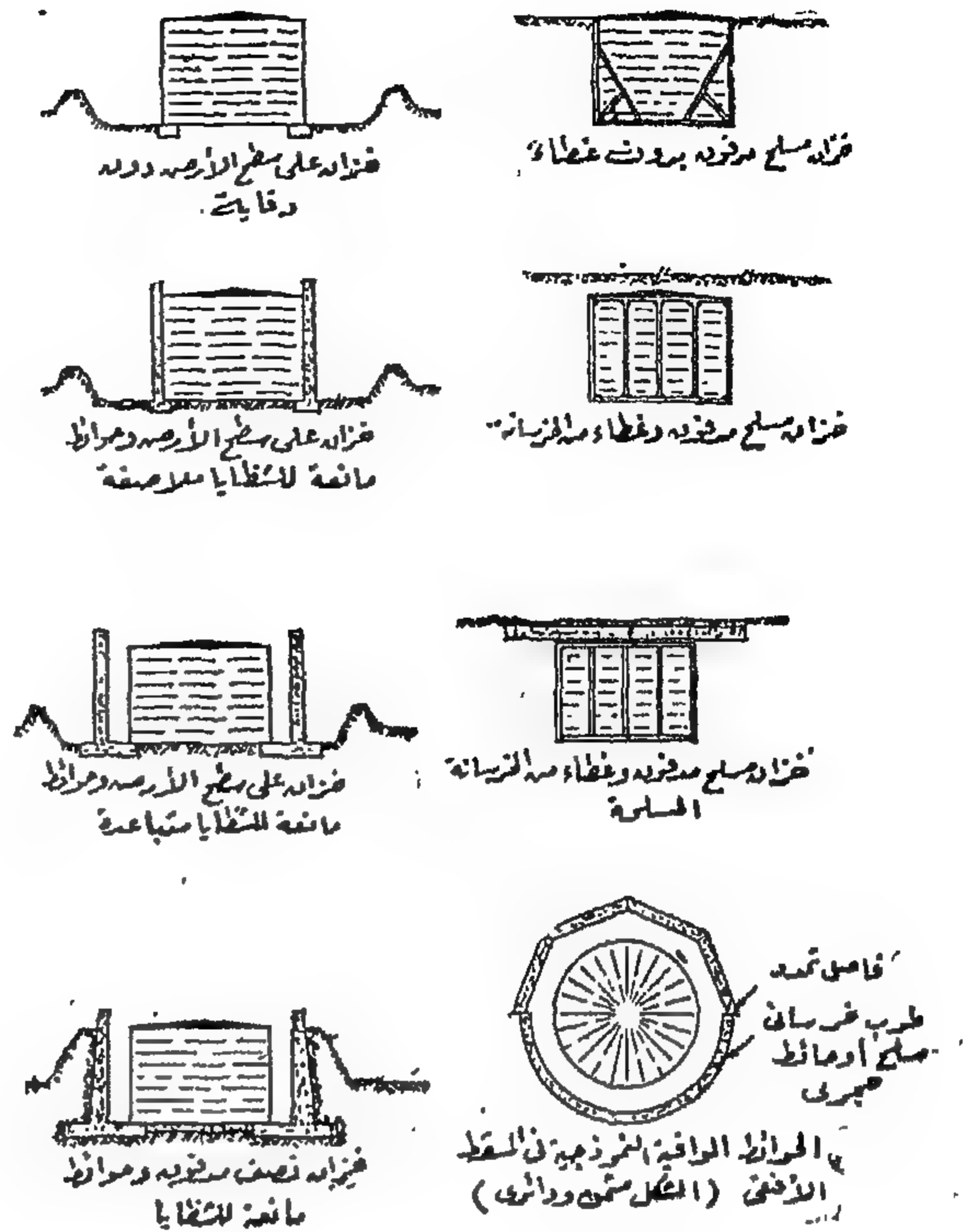
٣ - خزانات فوق الأرض تحفظ بحوائط واقية من الشظايا والضغط .

٤ - خزانات وقود وبراميل منتشرة ومخفاة .

جانبية حول المنطقة التي توضع بها مع عمل تسهيل لإنزالها وإخراجها على أن تكون البراميل في مجاميع لا يزيد ما بها عن ٥٥٠٠ جالون والمسافة بين كل مجموعة براميل وأخرى لا تقل عن ١٠٠ قدم (شكل ٤١).



شكل (٤١)  
وقاية براميل البترول



شكل (٤٠)  
وقاية خزانات البترول

ولهذا تعمل حوائط واقية لهذه الخزانات بالأسمالك الواقية السابقة الإشارة إليها .

٤ — وبالنسبة للبراميل ، فمن الممكن عمل تكسية



## الفصل الخامس

### المخابىء

يمكننا أن نقسم المخابىء طبقاً لدرجة الوقاية المفروض أن تحققها على حسب الحالة إلى نوعين رئيسيين :

أولاً : مخابىء واقية من الشظايا وقوة التمزق ، وهذه أسماؤها حوائط وأسقف يحددها الجدول رقم ٨ .

وقد تكون من ناحية الإنشاء :

- ١ - أما مخابىء سطحية .
- ٢ - أو مخابىء مدفونة .
- ٣ - أو خنادق تستعمل كمخابىء ( لاحظ الفرق بين كلمة خندق ، ومخبأ ) .
- ٤ - أو مخابىء تجهز داخل منشآت قائمة كالمنازل والمدارس ، والمصانع .

وهذا النوع من المخابىء الواقية من قوة التمزق والشظايا أكثر الأنواع ، إستخداماً .

ثانياً : مخابىء واقية من الضرب المباشر تخضع في تصميمها لما سبق أن أوضحنه في هذه المحاضرات .

وهذه بالطبع غالية التكاليف لكنها على أى حال قد تصمم لأغراض خاصة لا تتحكم فيها التكلفة .

ثالثاً : مخابىء واقية من الحرب الكيميائية . . البيولوجية . . الراديولوجية : والغرض من إنشاء المخابىء ، هو وقاية الأفراد ، أو المهمات ويجب أن تخطط وتوزع بحيث تضمن سرعة وسهولة وصول الأفراد إليها في أقصر وقت كما تكون سعتها بحيث تسمح باستيعاب أعداد كبيرة لا مغالاة فيها ويمكن اعتبار الرقم حوالى ٥٠ فرد كحد أقصى رقماً مناسباً . وهذه المخابىء تقوى الروح المعنوية أثناء الغارات الجوية . ولو عممت لقلت الخسائر لدرجة كبيرة جداً . ومن تجارب الحرب العالمية الثانية ، وحرب التحرير في أسبانيا ، والغارات الاسرائيلية على جبهة السويس أثبتت المخابىء فاعليتها تماماً .

أولاً : المخابىء الواقية من الشظايا وقوة التمزق :

١ - المخابىء السطحية : ( شكل ٤٢ ، ٤٣ )

من الواجب بصفة عامة أن تقرر أن إنشاء المخابىء عملية تسودها أخطاء ضخمة لا تؤدي في النهاية إلى الحصول على الغرض المنشود ويرجع ذلك إلى إهمال الأسس الفنية ، فليست الفكرة مجرد إنشاء غرفة في مكان ما تحت سطح الأرض ، بل المسألة إنشاء مكان يستطيع أن يحقق الوقاية ، فمثلاً إذا كان للمخبأ باب يجب أن يفتح هذا الباب للخارج ، وليس للداخل ، حتى إذا ما أراد بعض الضغط الناشئ من الانفجار إقتحام هذا الباب فإنه يساعد على إغلاقه عكس ما إذا كان يفتح للداخل ، وهكذا مما سنورده هنا مفصلاً .

ويجب أن يكون المخبأ صندوقاً متماسكاً : سقفه وحوائطه وأرضه فإذا كان من الخرسانة المسلحة مثلاً . . يجب أن يصل التسليح بين السقف والحوائط والأرضية حتى لا يحدث انهيار إذا ما تعرض المخبأ لشيء من الدمار .

وفي تصميم الوصلات يفترض حملاً متحركاً ٢٠٠ رطلاً للقدم الطولى من المخبأ يعمل على سطح المخبأ بالإضافة إلى أنقال الركاب التي نفترضها ٢٠٠ رطل للقدم المربع من سطح المخبأ .

والمخابىء السطحية قد تتعرض للضغط والشظايا الناشئة من قنابل الفرقعات أو القنابل الحارقة ، وهذه القنابل الحارقة ولو أن أوزانها ضئيلة تصل إلى بضعة أرطال إلا أن بعضها قادر على إختراق الأسقف .

والمخابىء السطحية مزايها يمكن تلخيصها فيما يلي :

( أ ) إقتصادية في إنشائها إذ أنها لا تحتاج لحفر كبير كالمخابىء المدفونة .

( ب ) تناسب الأرض التي بها مياه رشح والتي يتعذر الحفر فيها كما تناسب الإنشاء في الحدائق وأجناب الطرق وحيثما يصعب الحفر عموماً .

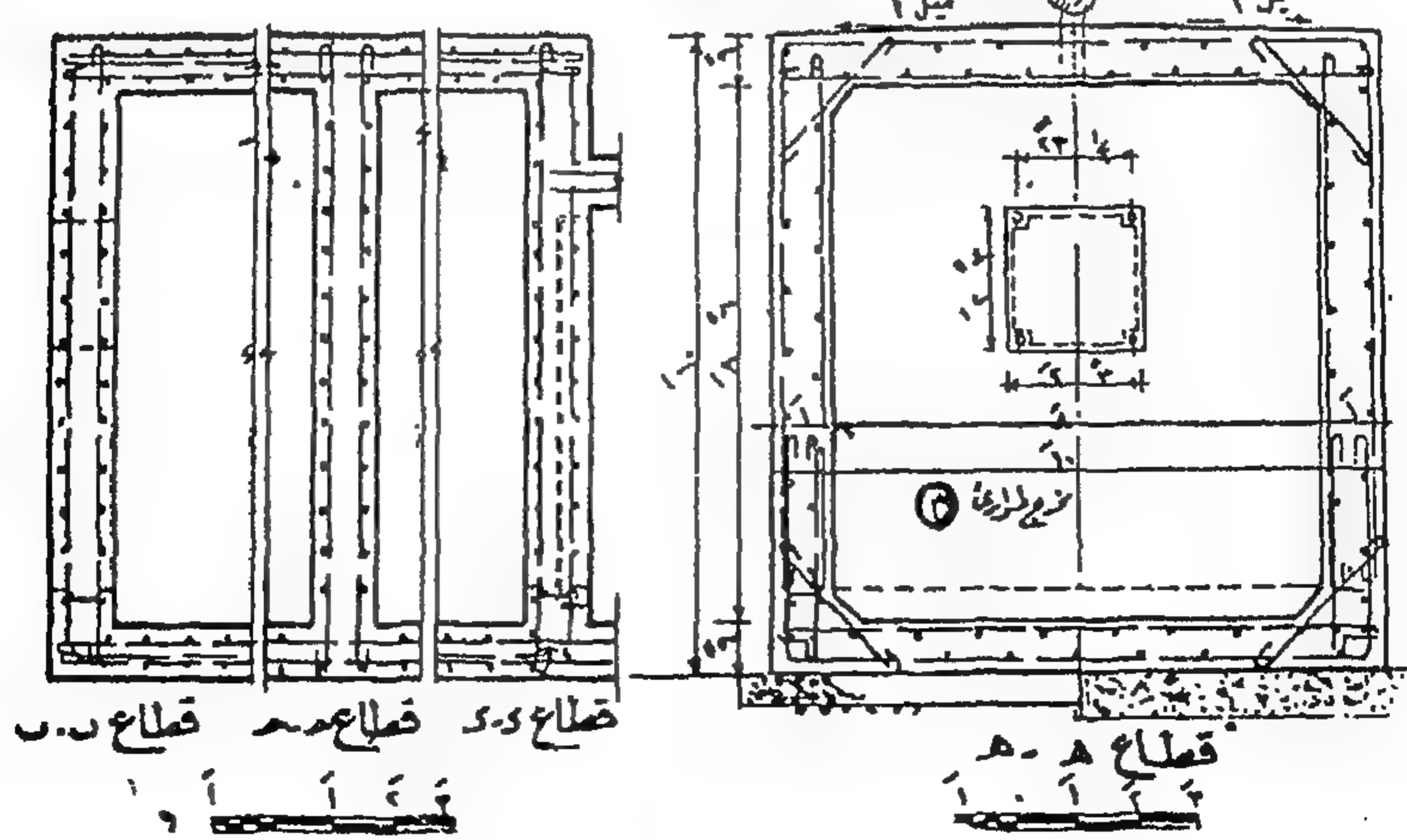
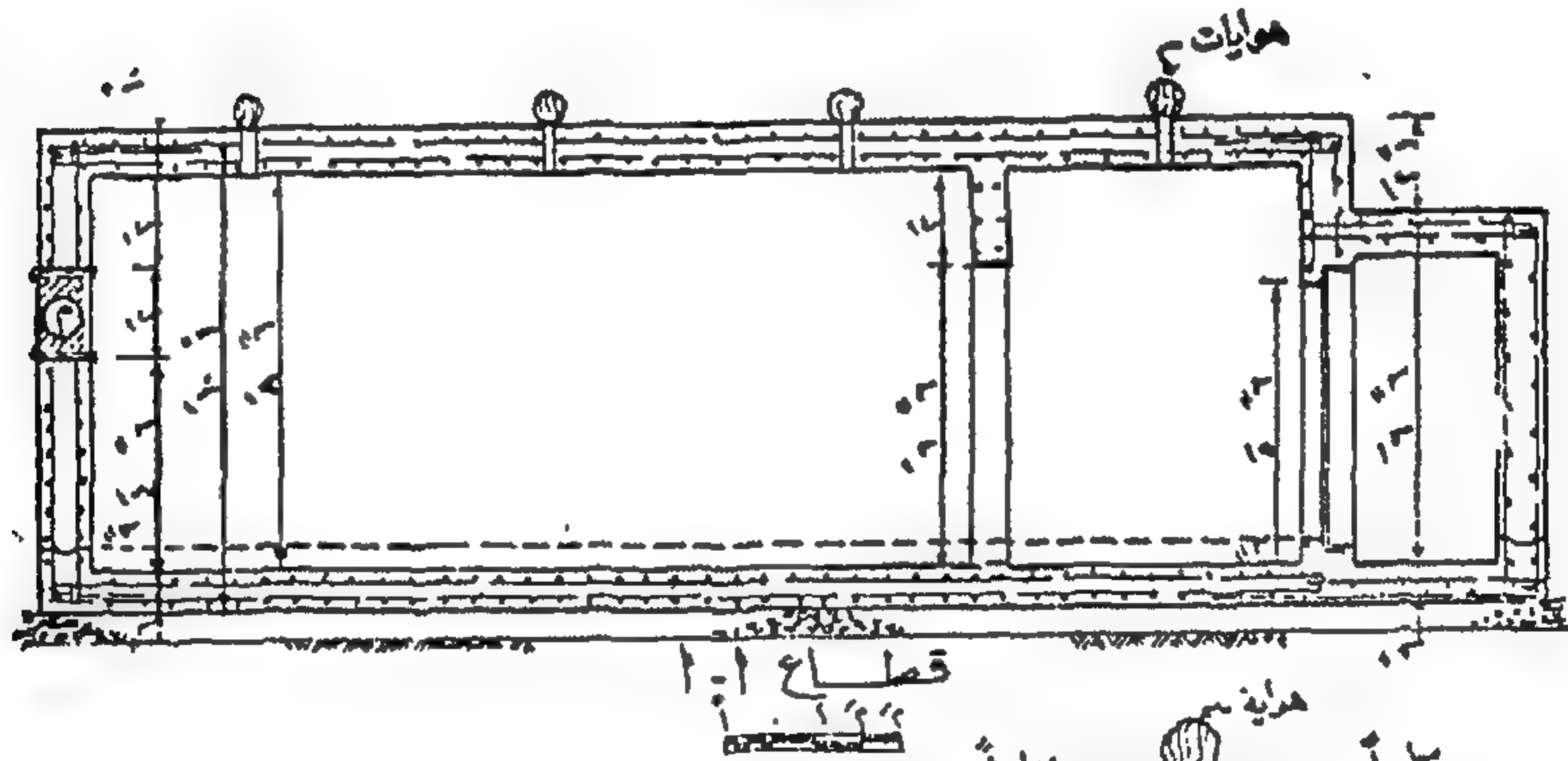
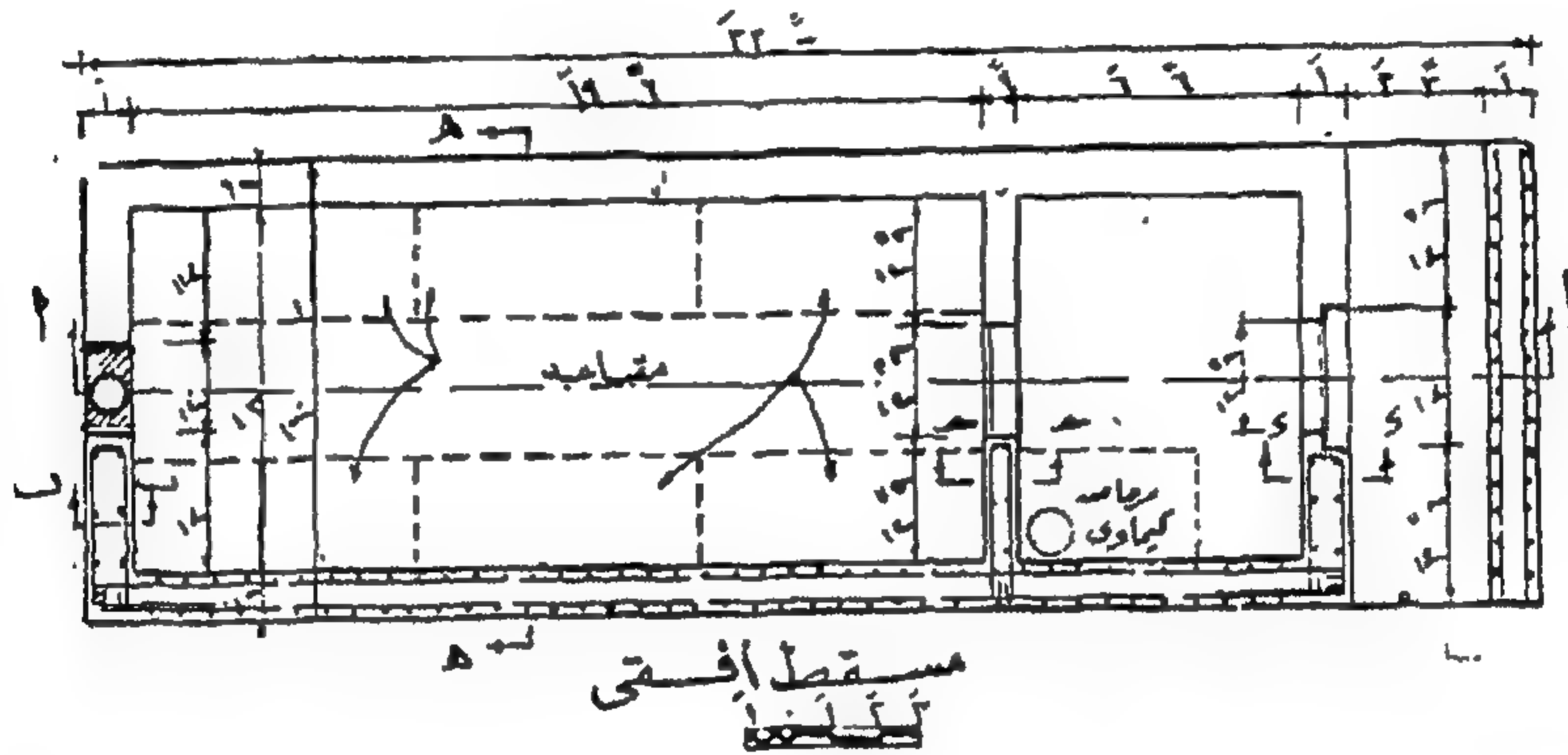
( ج ) يمكن زيادة فاعليتها في الوقاية تدريجياً بوضع شكاير رمل أو تراب محصور بين ألواح خشبية بجوار الحوائط ، وكلما أمكن تزيد من هذه التكسيات .

ويمكن إنشاء الخبائيء السطحية من مواد مختلفة وأحسن هذه المواد الخرسانة المسلحة ، أو الطوب المسلح ويقصد بالطوب المسلح الطوب العادي . ولكن تتخلله أسياخ حديدية طويلة وعرضية في الفواصل بين الطوب على النحو الموضح في شكل ( ٢٣ ) وهذا الأسلوب من الإنشاء غير مطروق في أوساطنا الإنشائية ، ونود أن نلفت نظر المهندسين إليه .

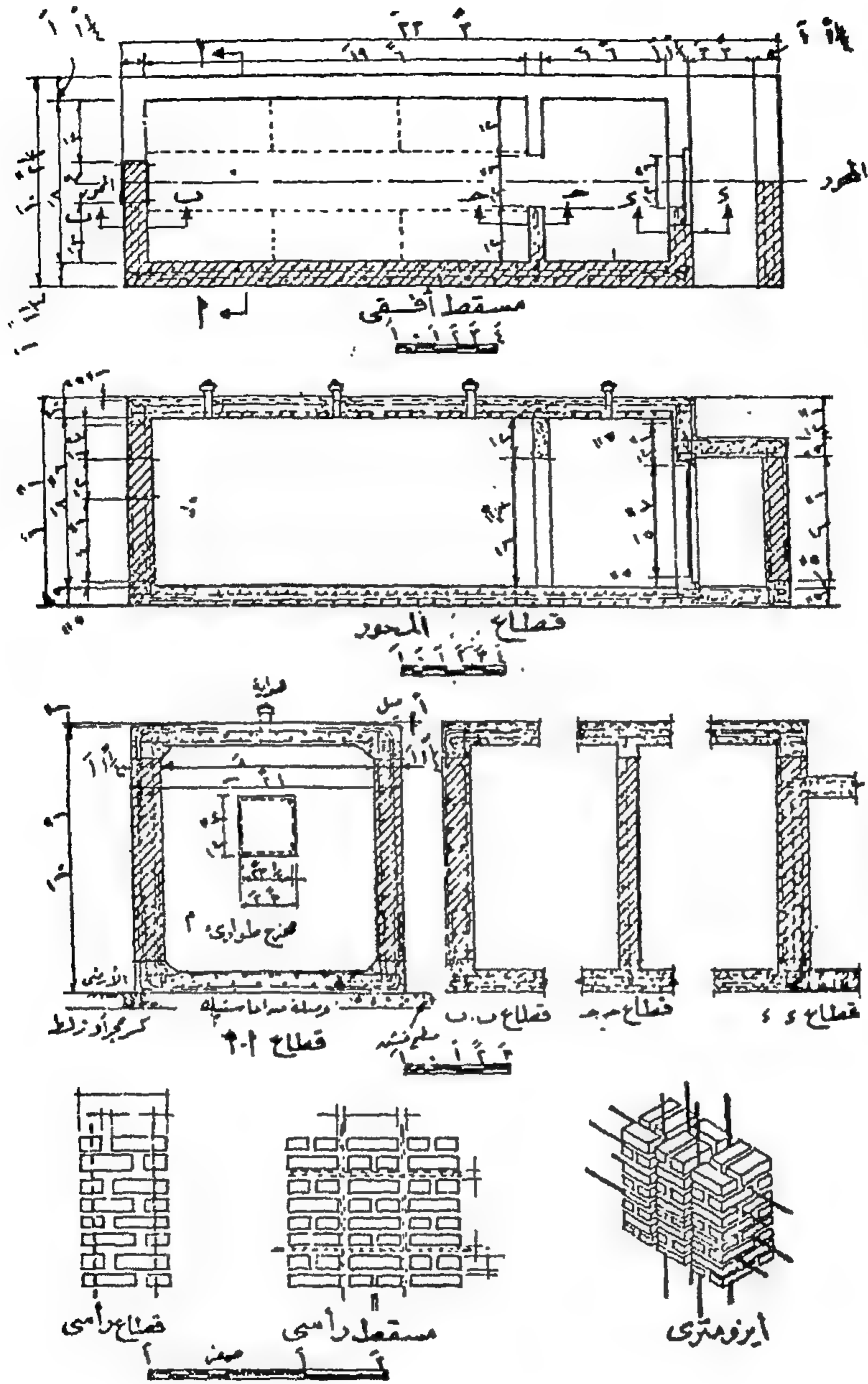
ومن هنا يمكن القول بأن الطوب وحده فوق الأرض

( د ) لا تتعرض للهزات الأرضية والموجات الضاغطة التي تنشأ من انفجار القنبلة إذا ما انفجرت تحت الأرض الأمر الذي تتعرض له الخبائيء المدفونة والأساسات وكل ما هو تحت الأرض .

( هـ ) يسهل الوصول إليها والخروج منها بسهولة وقت الغارة فليس من السهل تجاهل الدرع والحالة النفسية التي يكون عليها الأفراد عند حدوث الغارة ولقد يؤدي هذا التزاحم عند دخول الخبائيء في عجلة وتسكدهم إلى الموت :



شكل رقم ( ٤٢ ) مخبأ سطحي واق من الشظايا لعدد ٢٥ شخصاً من الخرسانة المسلحة



شكل رقم (٤٢) نخباً واق من الشظايا لعدد ٢٥ شخصاً من الطوب المسلح

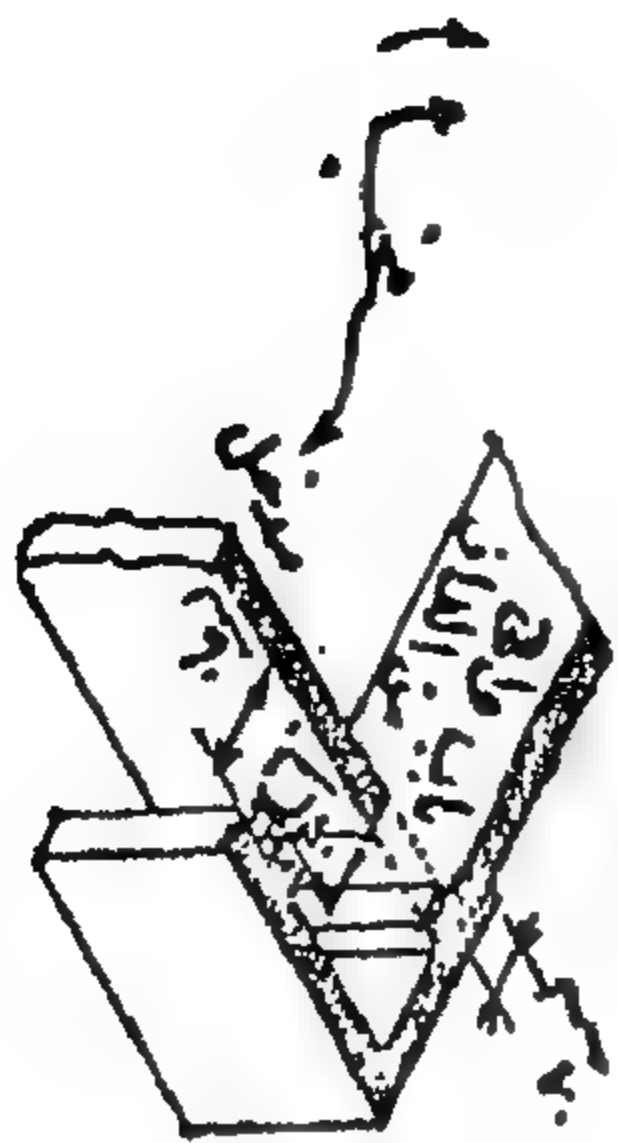
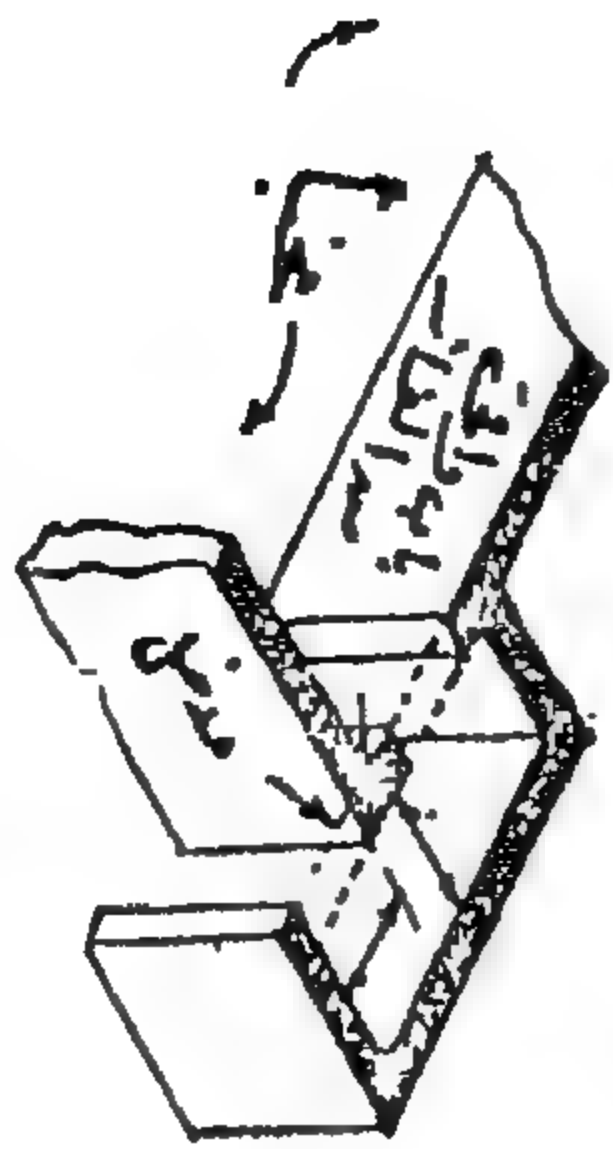
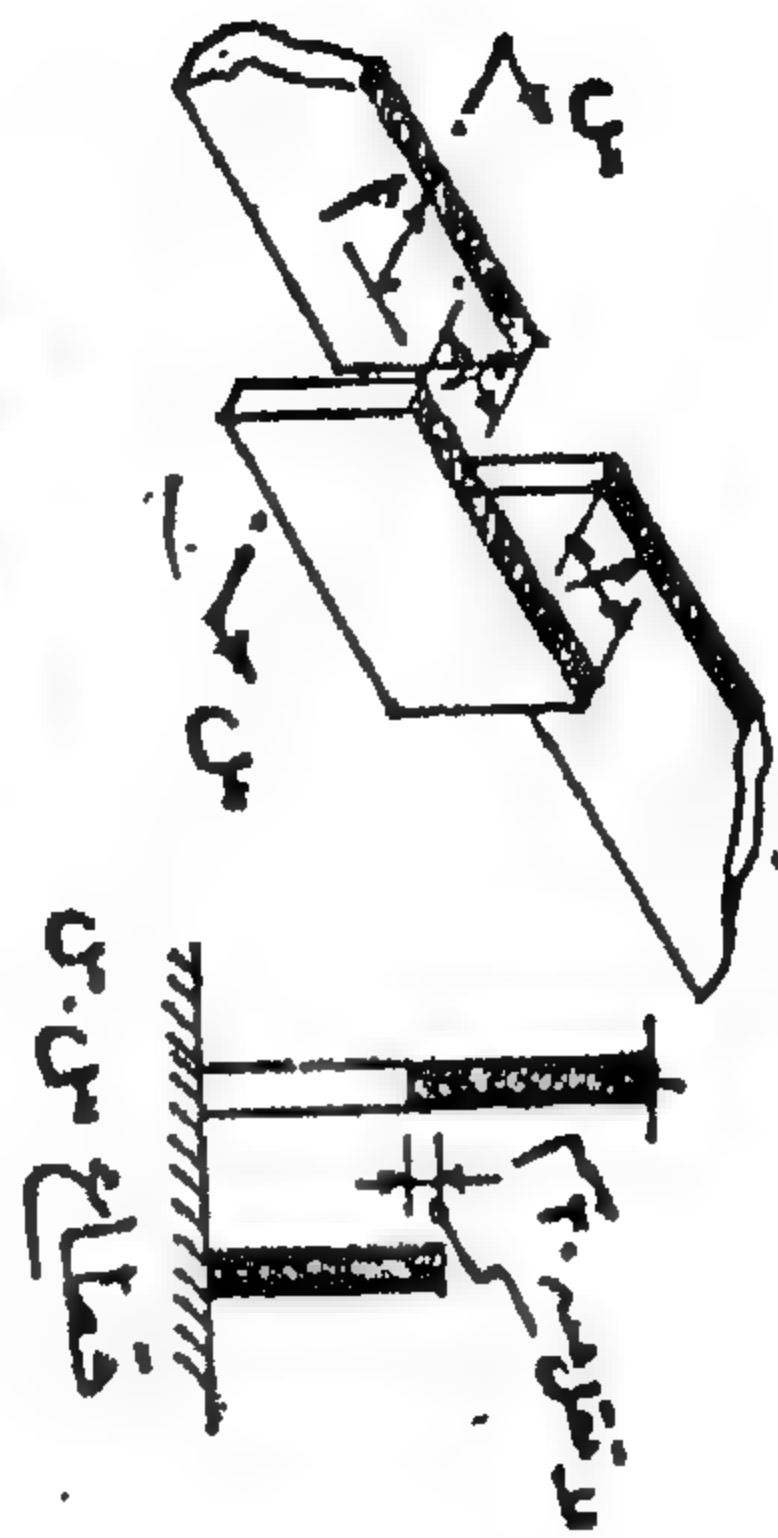
وأرضية النخب لا يجب أن تتماسك مع الأساس . . بل يجب أن تكون قادرة على التحرك جانباً إذا ما حدثت هزة أرضية .

وهناك أنواع عديدة من النخب السابقة الأعداد التي يمكن إنتاجها بكميات ثم تنقل فوراً إلى المكان المعد وتجهز فيه .

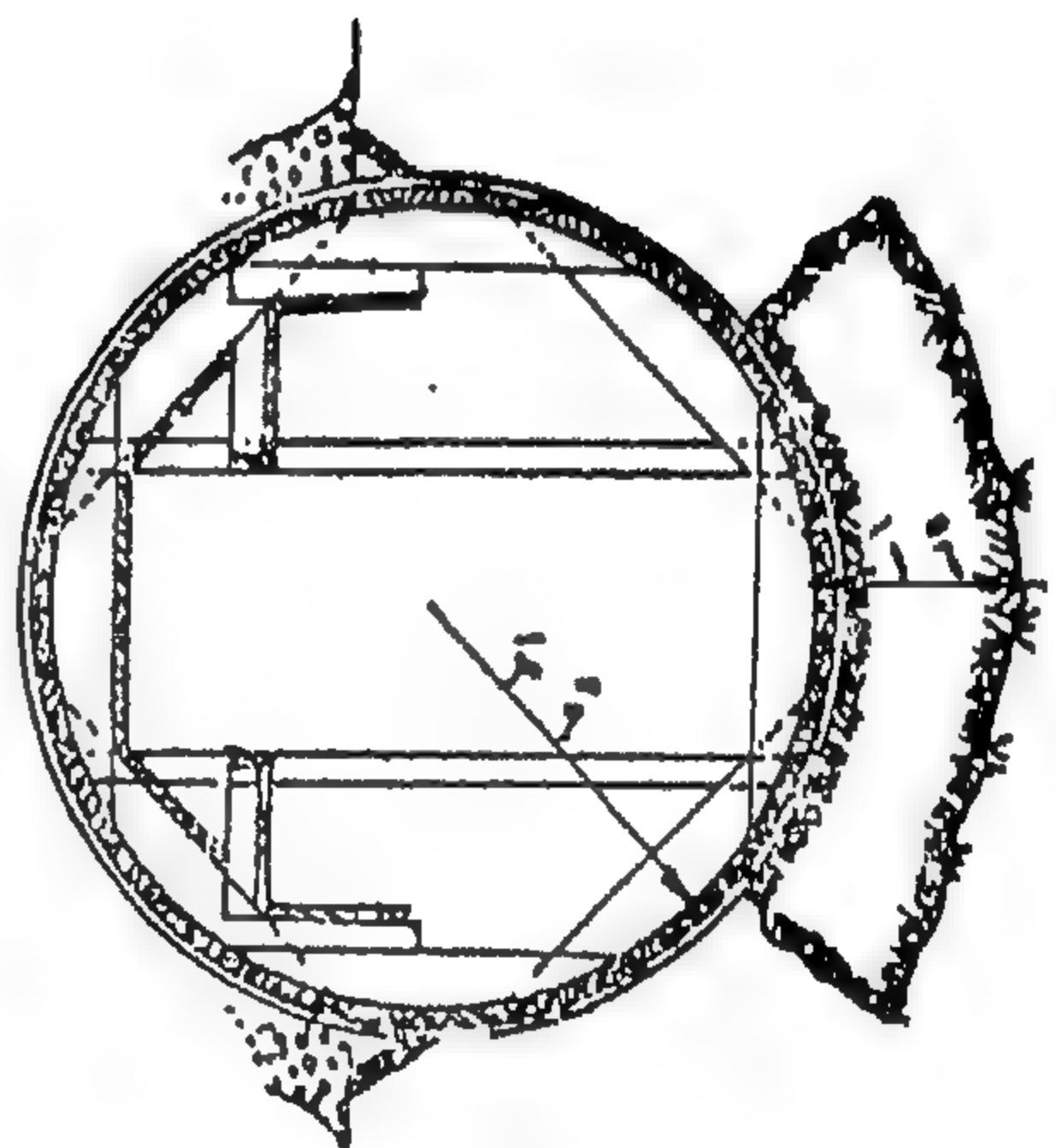
لا يكفي والأعمال التي يجب أن تكون عليها حوائط النخب هي الموضحة في - الجدول رقم ٨ .

ويمكن استخدام مواد أخرى خلاف ماسبق - إلا أن المواد الأخرى قد تتطلب الاستعانة بكميات أكثر من الحديد .

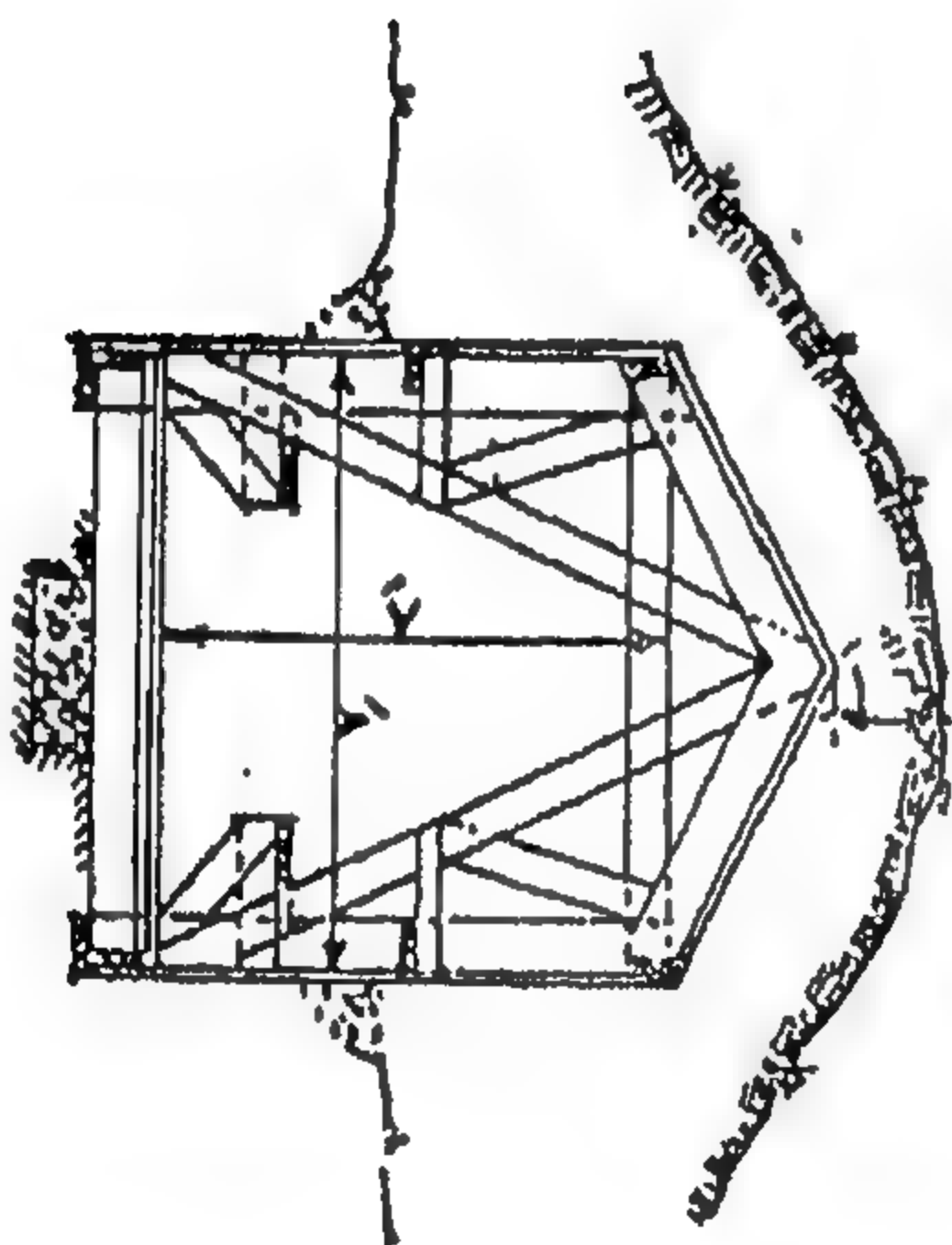




تواطير في المداخل

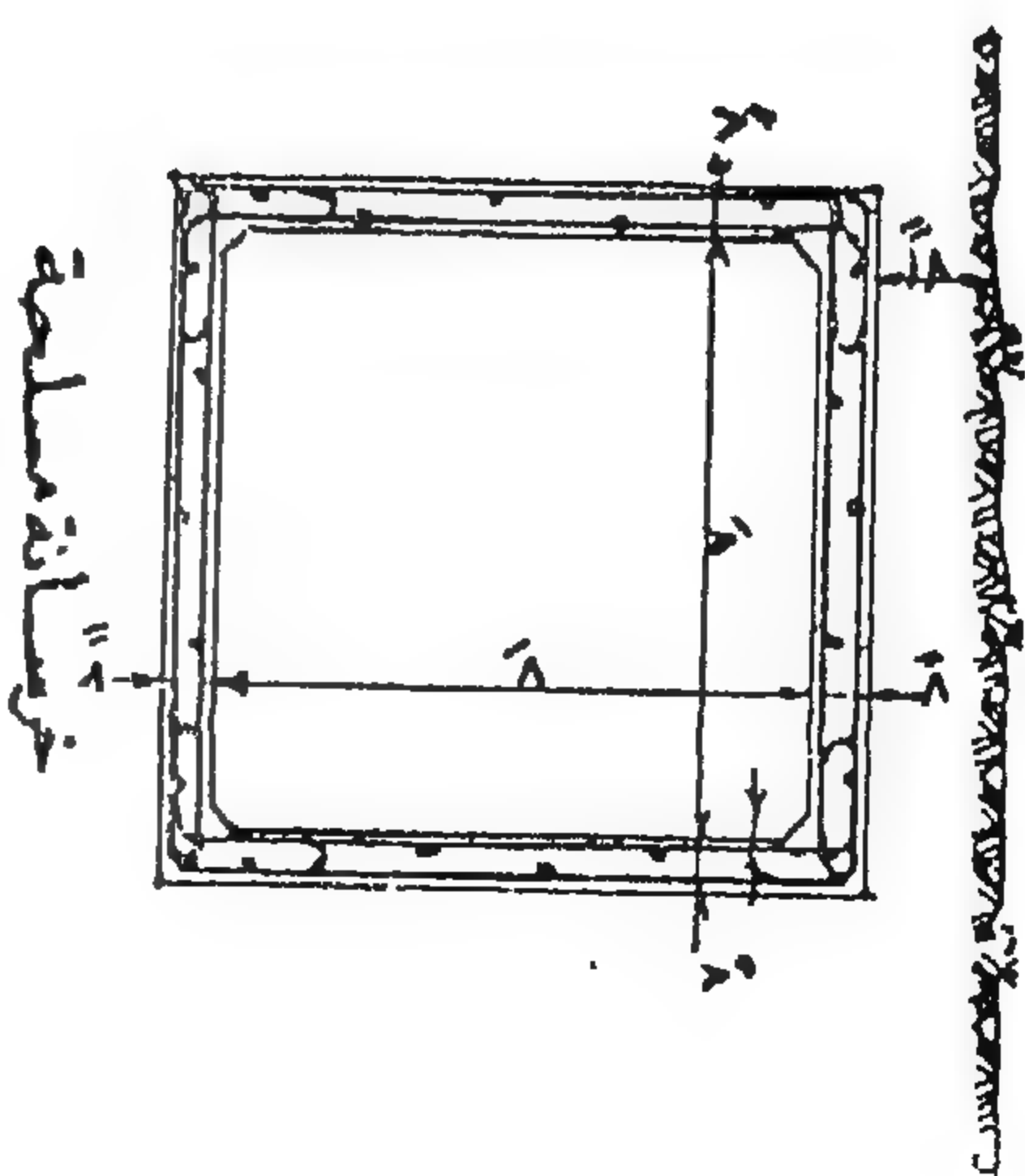


خشب دائري

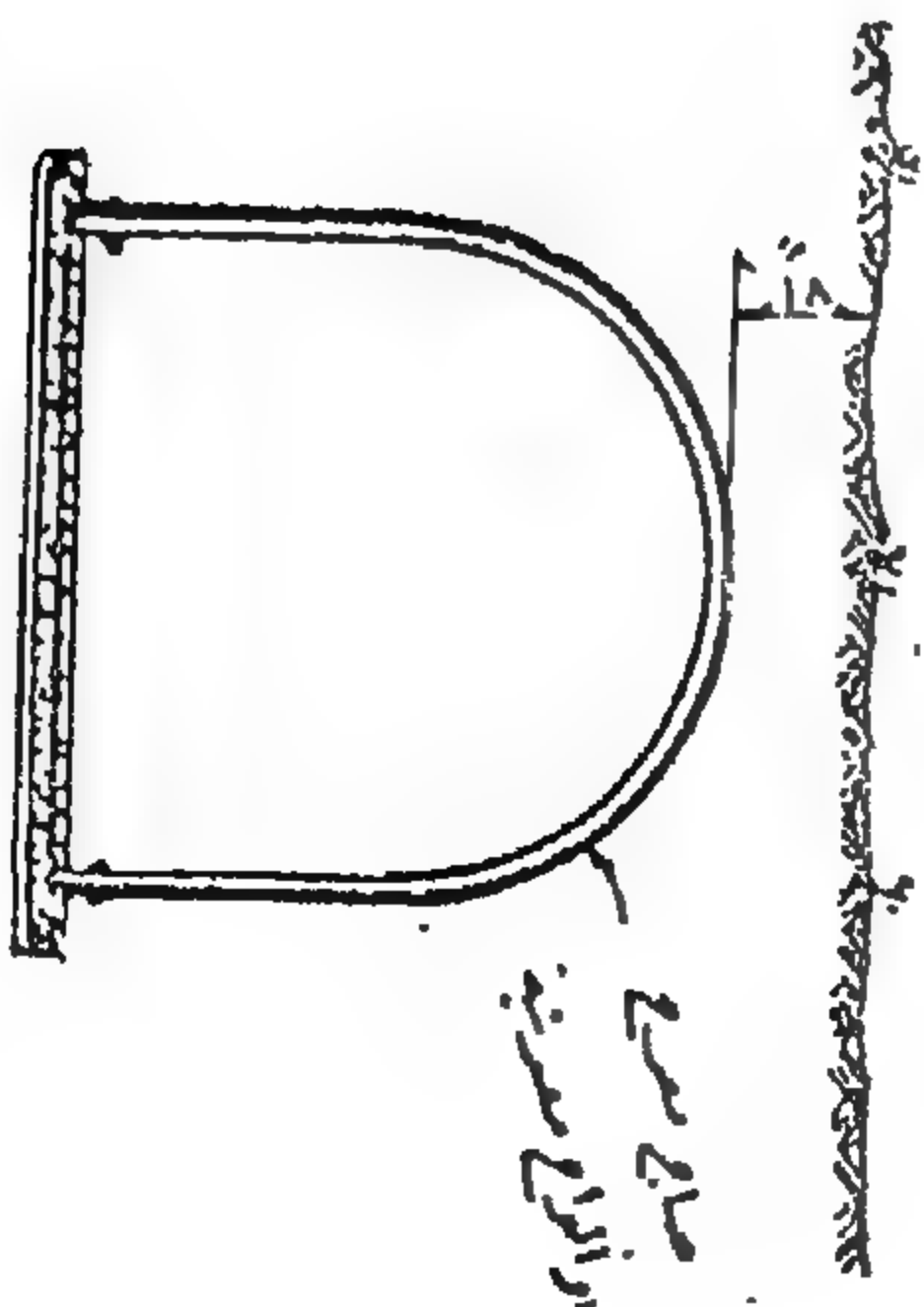


براويز خشب

خارج الخابيه خشبية نصف مدفونة  
شكل (٤٤)



خرسانة مسلحة



صاج مسطح

خارج الخابيه مدفونة

قد ينهار الخبأ كما أن الوصلات قد تفتح من الهزات الأرضية.

#### (ب) الخرسانة المسلحة :

تمتاز بقدرتها على مقاومة الهزات الأرضية والموجات الضاغطة ومن المفضل أن تبطن الحوائط لمنع تسرب الرطوبة. والإنشاء يحتاج إلى وقت ومعدات .

#### (ج) الطوب :

ويسهل الحصول عليه كما يسهل إنشاؤه ويعيش مدة طويلة ويحتاج لصناع مهرة كما يحتاج لدقارات كثيرة وعيبه أنه يتأثر بالهزات الأرضية ما لم يسلح بطريقة تسليحه سبقت الإشارة إليها . ومن أكبر عيوب الخبأ المصنوعة من الطوب بعد تأثر حوائطها من الانفجارات سقوط الأسقف الخرسانية على الأفراد الأمر الذي يجعلنا نهتم بإنشاء حوائط عرضية داخل الخبأ لمدد كاف تملوها كمرات يرتكز عليها السقف وتصبح دعائم حاملة له في حالة انهيار الحوائط الخارجية كلها أو بعضها .

#### (د) الخشب :

يمكن صناعته بسرعة بعمل نصف مهرة وهو اقتصادي في المناطق التي بها أخشاب ولكنه يتآكل من الرطوبة ويفضل ازدواج الأسطح مع وضع مادة عازلة بينهما .

هذا وفي حالة عمل مجاميع من هذه الخبأ سواء كانت مدفونة أو نصف مدفونة فإن المسافة بينهما يجب ألا تقل عن ٣. قدماً من واجهة الحائط لواجهة الحائط .

#### مداخل الخبأ المدفونة ونصف المدفونة :

كل خبأ واق يجب أن يكون له على الأقل مدخلان أى مدخل رئيسي وواحد للطوارئ على الأقل - والمدخبات المجتمعة بعمل مدخل لكل ٥٠ فرداً وكذلك مخرج طوارئ لكل ٥٠ فرداً .

كل المداخل لهذه الخبأ ( عدا الحنادق المغطاة التي ستلي فيما بعد ذلك مباشرة ) يعمل لها حائط واق .

وإذا لم تعمل هذه الحوائط تعمل غرفة في المدخل من

وكنموذج لخبأ سطحي منشأ من الخرسانة وآخر من الطوب المسلح . . توضح الأشكال ( ٤٢ ، ٤٣ ) مثالا لكل .

#### ٢ - المخابىء المدفونة :

وهذه قد تسكون مدفونة بالكامل تحت الأرض أو نصف مدفونة أى مدفونة جزئياً وفوق هذه الأنواع توضع طبقة من الردم لا تقل عن ١٨ بوصة ( شكل ٤٤ ) .

وهذه المخابىء توفر وقاية جيدة من القنابل التي تنفجر فوق سطح الأرض أى بمجرد ملامستها للأرض أى تقاوم الشظايا والضغط ولكنها تتعرض للهزة الأرضية والموجة الضاغطة من القنابل التي تنفجر بعد اختراقها للأرض . وفي الأرض الرطبة التي يتواجد فيها ماء رشح يخلق إنشاء مثل هذه المخابىء مشاكل متعددة كما يخلق مشاكل صحية خاصة إذا لم ينزح منها ماء الرشح أولاً بأول .

#### ولهذا النوع من المخابىء اللزايا التالية :

( أ ) تحقق وقاية ممتازة من الشظايا وضغط الانفجار .  
( ب ) وجودها تحت الأرض يسمح بوضع ردم فوقها مما يحقق وقاية جيدة جهة الأسقف .

( ج ) ومن الممكن إخفاؤها ومن الممكن إنشاء أعداد جمة منها في مساحة صغيرة ويسهل إخفاء تجمعها .

والأنفاق العميقة التي تستخدم لشبكات المواصلات كتلك الموجودة في موسكو ولندن تصلح لوقاية مجاميع ضخمة من السكان . . أما تلك الموجودة في نيويورك فهي قريبة من المسطح ولا تؤدي الغرض .

وفيما يلي هذه ومزايا وعيب كل نوع منها :

#### (١) الخرسانة السابقة الصب :

وهذه تمتاز بالسرعة في الإنشاء ، ولا تحتاج لعمال على جانب كبير من المهارة . فيكفي مهارة متوسطة ومن السهل أن يمنع نفاذ الماء منها لسن الوصلات بين بلاطاتها عرضة للتأثير بالموجات الضاغطة والهزات الناشئة عن انفجار القنابل التي تنفجر بعد اختراق الأرض ومن ثم

## الخنادق المغطاة :

وهكذا يمكن استغلال الخندق كمخبأ بتغطيته من السقف ولا تعتبر الخنادق المغطاة مخابى جيدة بطبيعة الحال ولكنها على أى حال تحقق الوقاية من الشظايا والضغط وتستخدم فى مناطق الصناعات حيث المسافات محدودة لوقاية الأفراد ، وفى المعسكرات وفى مناطق العمليات الحربية وفى تخطيطها يجب أن تكون متعرجة بزوايا منفرجة أو قائمة ، وذلك للحد من استمرار تأثير الضغط إذا ما دخل فى أحد الأضلاع نتيجة انفجار قريب أو نتيجة إصابة مباشرة لهذا الضلع وكل المنحاء فى الأضلاع يخفض الضغط بنسبة ١٥ ٪ .

وحوائط هذا الخندق الذى يعمل كمخبأ يجب أن تكون تسمى كما توضع بها ( دقارات ) لمنع انهيارها نتيجة لانقيار التربة . والأسقف تصمم على ٤٠٠ رطل للقدم المربع والحوائط تصمم بالإضافة إلى ضغط التراب على ٢٠٠ رطل للقدم المربع فى القمة و ٤٠٠ رطل للقدم — المربع عند القاع .

وفى حالة وضع تغطية من التراب أو الصخر فوق السقف يجب مراعاة أن تعمل هذه التغطية كمعد .

واتساع الخندق كما قلنا كلما قل كلما كان أفضل ، وإذا كنا قد قلنا إنه فى الخندق المكشوف حوالى ٧٠ سم من أعلى أو أكثر قليلا فى حالة استخدام مجموعات يفضل أن يزداد ليكون العرض ٤ أقدام ، ٨ بوصات حتى يسهل استخدامه لمجموعات .

ويوضح الشكل ٤٦ تخطيطاً لهذه الخنادق المغطاة لتعمل كمخابىء واقية من الشظايا والضغط لمجموعات من الأفراد .

فى الشكل ١ على جانبي طريق عملت مجموعات كل مجموعة منها عبارة عن مستطيلات من هذه الخنادق متصلة ببعضها بضلوع من الخنادق ولها وسائل وصول إما سلام أو مزلقانات .

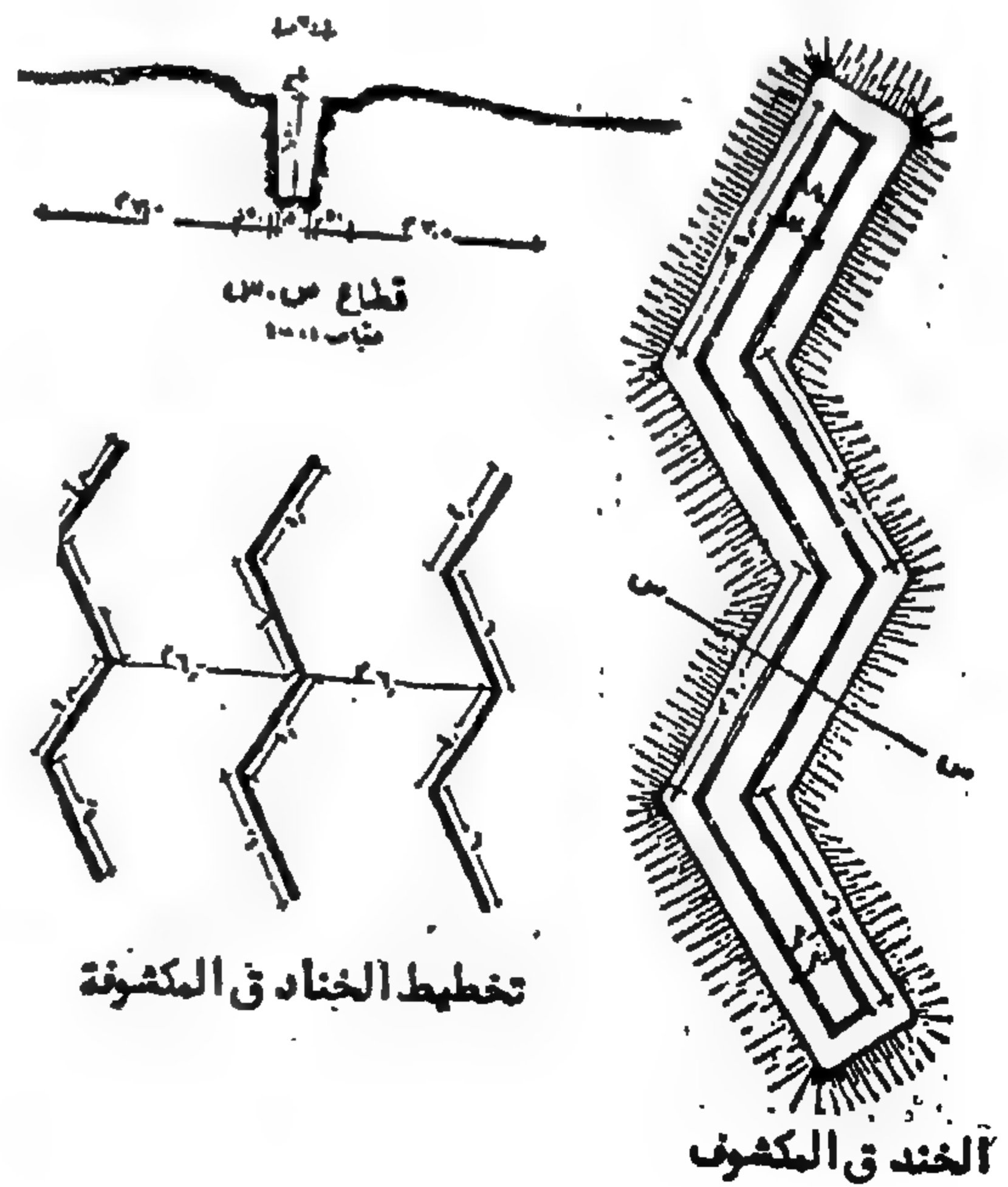
بابين . . وكل الأبواب تفتح للخارج وعلى فتحات الأبواب يعمل دروة بارتفاع ٦ بوصات لمنع دخول الماء .

## ٣ — الخنادق كمخابىء :

ويقصد بالخندق هذا الحفر المتعرج القطاع وهو عبارة عن حفر بالأرض بعرض ضيق وعمق كما زاد كلما سمح للفرد بالبقاء فيه مستريحاً ومتعرج الأضلاع حتى إذا أصيب ضلع بمحدث مابقيت الأضلاع الأخرى سليمة أو بعضها على الأقل ، وبالتالي تقل الخسائر فى الأفراد ( شكل ٤٥ ) .

وأجناب الخندق قد تكون رأسية إذا كانت التربة متماسكة أو مائلة على حسب نوعها وقد تكونى بألواح من الصاج أو بطوب حتى لا تنهار . ويوفر هذا الخندق مكشوفاً الحماية نوعاً ، من الضغط ومن الشظايا إذا لم تتطاير وتنزل بداخله .

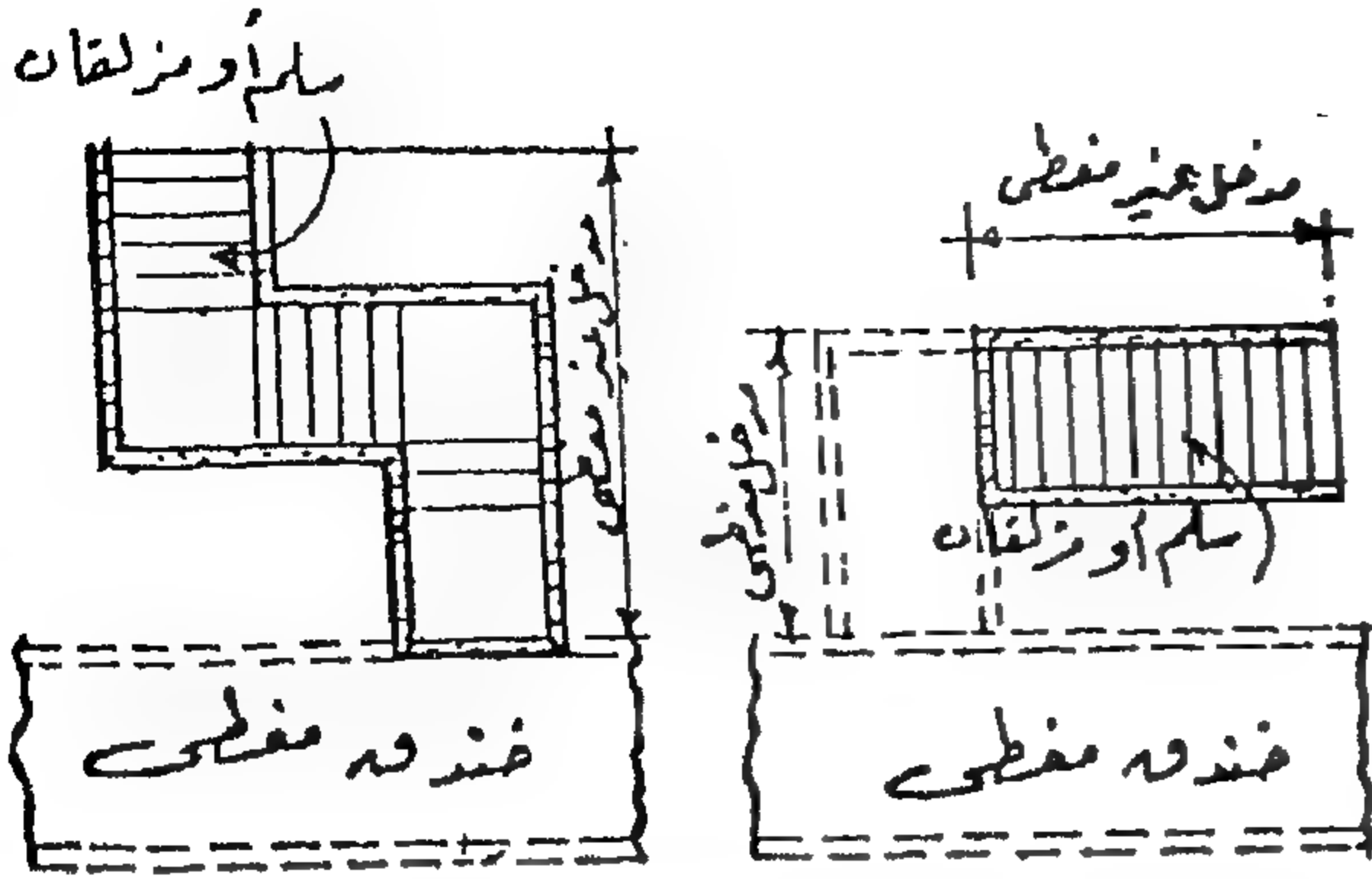
ومن ثم فمن المفضل تغطيته وفى هذه الحالة يمكن اعتباره — نوعاً من الخابىء ، ولاحظ التفرقة فى تعبيرنا بين كلمة ( الخندق ) و ( الخبأ ) .



شكل (٤٥)







الطريقة الصحيحة الطريقة الخاطئة

شكل رقم (٤٨) الطريقة الصحيحة لعمل مداخل الخندق المفطحة

ويوضح شكل ٤٩ كيف استخدمت أسبانيا في حرب التحرير هذا النوع من الخنادق .

#### ٤ - إعداد المخابىء في المنشآت :

تحدث القنابل عند سقوطها على المباني — إما من سقفها أو من الحائط جانبياً — اختراقاً لهذه الأسقف، وعدة أدوار أخرى ثم تنفجر فتحطم ما حولها .

ومن المهم أن نوضح أنه من الممكن إعداد مخبأ في المنشآت — سواء أكانت منازل أو مصانع تقي من آثار هذه الانفجارات ومن آثار الركام المتساقط وقد لا تصيب القبلة نفس المنشآت ، ولكن تصيب منشأ مجاوراً أو تنفجر في الفضاء المجاور وهنا تحدث الإصابة من الانهيارات التي تحدث المبني .

والمباني أنواع : أغلبها ما كان منشأ من أعمدة خرسانية بينها حوائط من الطوب ، والقديم منها ما كان منشأ بطريق الحوائط الحاملة وهي عبارة عن حوائط فقط ليس بها خرسانة وهي في العادة سميكة في الأدوار السفلى ثم يرق سمكها كلما ارتفعنا .

واختيار السكان الذي يمد مخبأ في المنزل أو المصنع يحتاج لفهم بعض الحقائق عن تأثير الضغط والشدايا والانهيار كما في (شكل ٥٠ - ٥١) .

كما يلاحظ أن بكل ركن من أركان المستطيل فتحة خروج ، احتياطية ويلاحظ أيضاً أن الضلع نظراً لطوله إذ وصل إلى أكثر قليلاً من ٥٠ قدماً للضلع الطويل وإلى أكثر قليلاً من ٣٠ قدماً للضلع القصير شكل ب فإننا قسمنا هذه الأضلاع بقواطيع وفيها شكل ه على مسافات لحصر الخسائر .

كما يلاحظ في حالة استخدام الغازات أن يعمل بعد المدخل مباشرة غرفة ذات بابين مانعين لنفاذ الغاز . كما تزود بمراحيض من الجرادل أو مراحيض كيمائية واحدة لكل (٢٠ - ٢٥) شخصاً تقريباً .

وشكل ج يوضح أسلوباً لتخطيط هذه الخنادق داخل مساحة مبنية ومن الرسم يتضح كيف تعمل التعاريج متخللة الأعمدة .

وشكل د يوضح تفصيلاً لهذه الحالة .

وكما يمكن جميع الخنادق المغطاة لتعمل كمخابىء جماعية كذلك يمكن عملها منفصلة متباعدة بحيث لا تقل المسافة بين أضلاعها من الخارج عن ٢٥ قدماً كما هو موضح في شكل ٤٧ .

#### المدخل :

مدخل الخنادق المغطاة ليست كمداخل أنواع المخابىء المغطاة أو نصف المغطاة الأخرى والتي ذكرنا أنها تحتاج في مداخلها إلى حوائط واقية على النحو الموضح في شكل ١٤ و ١٥ . أما مداخل الخنادق المغطاة فيجب أن تعمل بحيث قد تسمح بدخول الضغط مع عمل باب للضغط في مدخل الخندق .

ويوضح شكل ٤٨ مدخلين للخندق ، أحدهما خطأ حق تعجبه والآخر صحيح .

وإذا ما كان الغاز محتملاً تعمل غرفة صغيرة في المدخل لها بابان كما يوضع جهاز ترشيح لتنقية الهواء .





معينة مثل الغرق بالماء — الحريق — وأحياناً تصبح مصيدة لا يستطيع الأفراد الخروج منها نتيجة تساقط الركام أو تجمع الغازات السامة بها .

أما اختيار الأماكن التي تصلح كمخابئ في الأدوار الأولى فوق البدروم فهي معرضة للضغط والشظايا من القنابل التي تنفجر خارج المبنى — ولهذا فمن المفضل إلتخاب الغرف البعيدة عن الشوارع — بغرفة أو بياكية على الأقل كما هو موضح في شكل ٥٠ .

وأسماء الحوائط الجانبية يجب أن تكون بالسبك الموضح في الجدول ٨ وإذا لم تكن كذلك تزداد لتصبح بهذا السبك وطريقة الزيادة ووسائلها أوضحن بالرسومات التفصيلية .

ويجب أن يعد للغرفة أو الأماكن المنتخبة كمخابئ سلام وأبواب تسهل الوصول والخروج إليها ومنها .

— وفي حالة اختيار المكن الذي يعد ليكون مخبأ تحت الأرض يجب أن تكون الأسقف الخرسانية بسبك لا يقل عن ٦ بوصات ومسلحة في الاتجاهين .

— كذلك إذا كان من الضروري اختيار المكن في الناحية المجاورة للشارع — فيجب أن تكون الحوائط الملاصقة للتراب بسبك لا يقل عن ١٨ بوصة من الخرسانة المسلحة في اتجاهين أو من الطوب بما يعادل السبك المقابل ( من الجدول ٨ نجد أن كل ٢٠ بوصة خرسانة مسلحة

ويجب عمل المخبأ في نطاق ١٠٠ ياردة من الذين سيشتغلونه وقت حدوث الغارة حتى يسهل الوصول إليه .

ومن المفضل انتخاب عدد كبير من مخابئ صغيرة الحجم عن انتخاب عدد صغير من مخابئ كبيرة الحجم . وتم هذه المخابئ بوسائل متعددة .

— بزيادة أسمائك الحوائط والأرضيات مع تقوية الأسقف الأماكن المنتخبة والتي ستعرف وسيلة اختيارها من العرض التالي على أن تزداد الأسماء إلى الأسماء الموضحة في جدول الأسماء الواقية من الشظايا . والضغط وتقوية الأسقف توضحها الأشكال من شكل (١٠١) حتى (١٠٨)

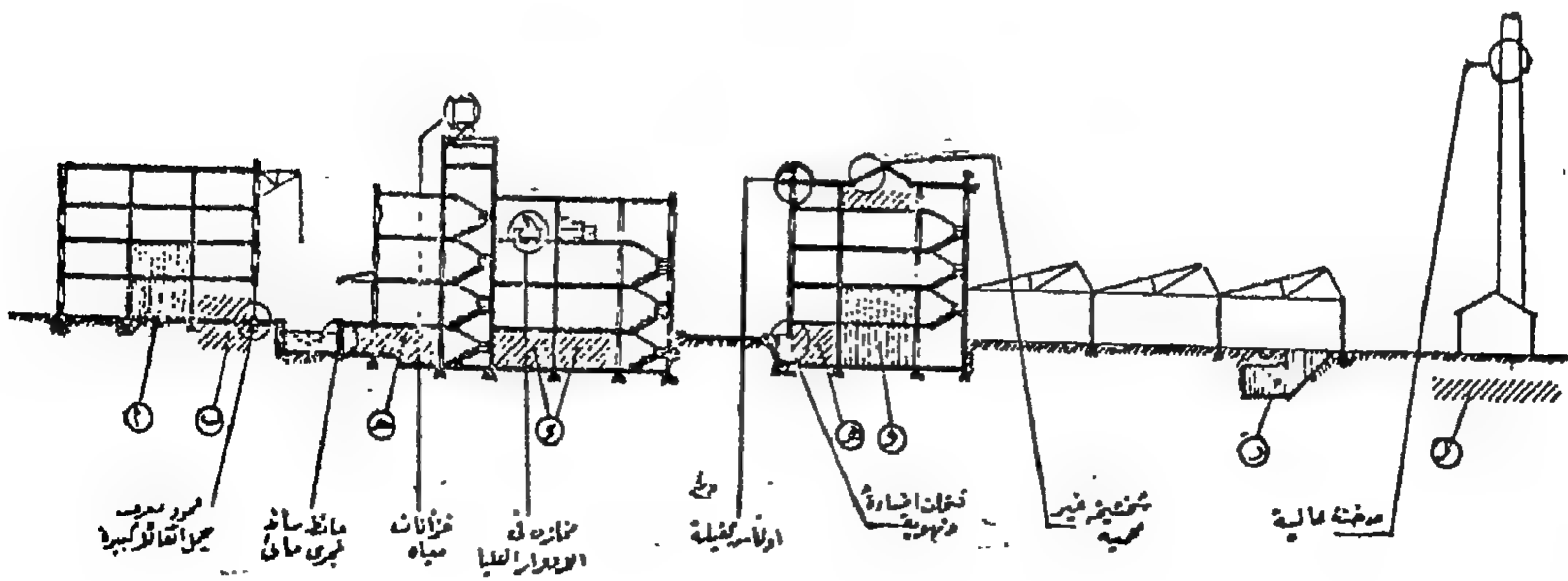
— أو ببناء مخبئ جديدة داخل المبنى سواء كانت مخبئ مدفونة أو خنادق مغطاه تحت الأرض لتعمل كمخابئ أسفل أرضية الدور السفلي .

— بناء مخبئ بالأسماء الواقية للأفراد الرئيسيين إذا ما تطلب الموقف ذلك .

والمخابئ تحت الأرض كما سبق القول تحقق وقاية من الشظايا والضغط الناشئ من انفجار القنبلة لكنها تعاني من الهزة الأرضية إذا ما انفجرت القنبلة بعد اختراقها لأرض مجاورة .

مقارنة بين الأماكن المختارة :

وإذا تحدثنا عن البدرومات نجد أنها قد تشكل مضايقات



شكل رقم (٥١) تحليل اختيار أماكن الوقاية في مصنع

أسماء واقية المضادة  
أسماء واقية مضادة  
أسماء واقية مضادة

يعاد لها ٢٨,٥ بوصة وطوب وبالتالي يمكن إيجاد الأسماك  
البديلة بالنسبة ) •

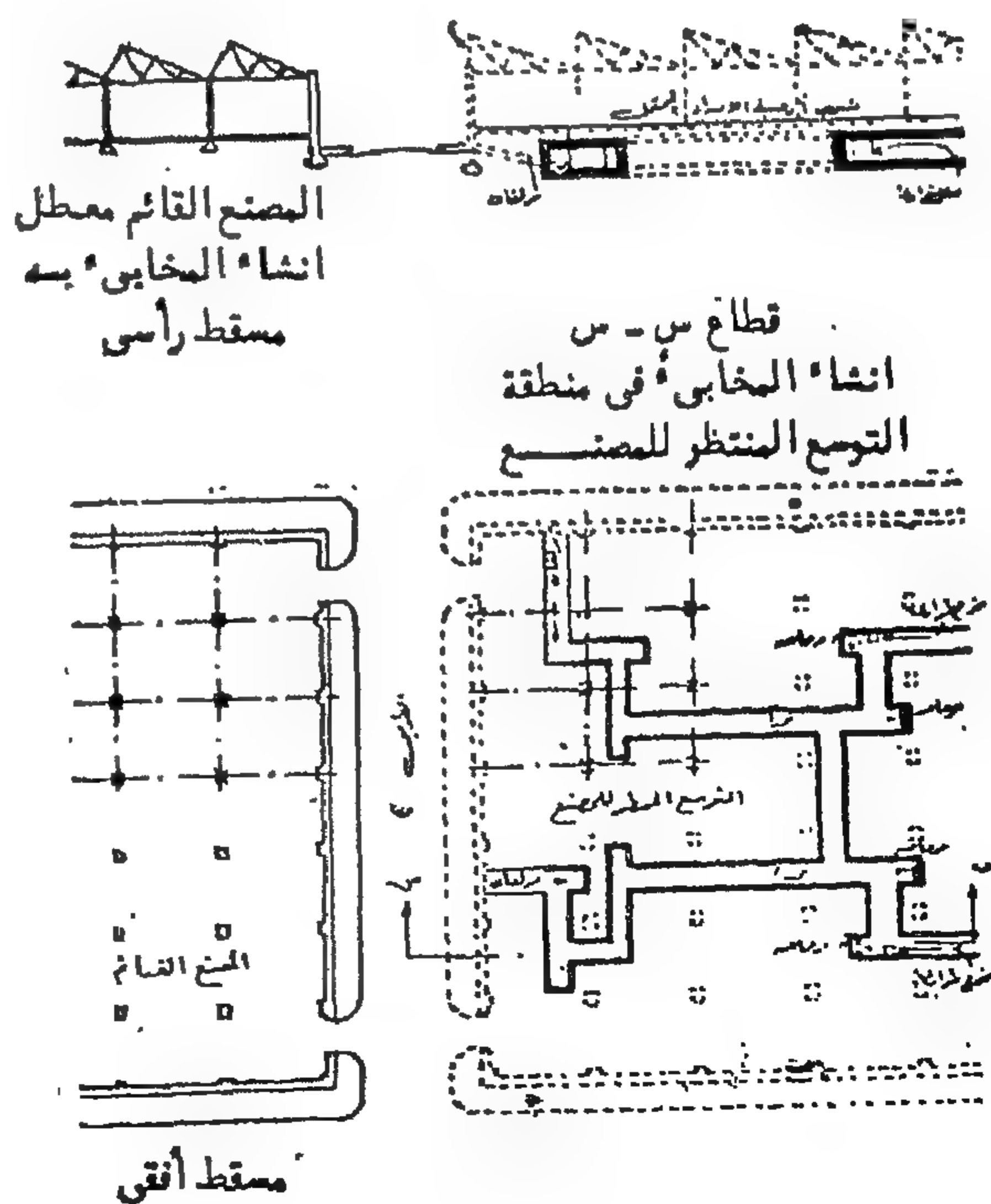
عدد الأفراد :

لا يجب أن يتسع الخبأ لأكثر من ٥٠ شخصاً وإذا كانت مساحة الخبأ كبيرة فتعمل فواصل بقواطع سمكها بقى من الشظايا والضغط كما فى الجدول رقم (١) .

### في المنشآت الصناعية :

وفي المنشآت الصناعية أيضاً تلتخب الأماكن على ضوء  
المادىء عالية وكثال على الاختبار .

ويوضح شكل ٥١ مختلف الأماكن وأيهما أصلح وأيهما أقل صلاحية وأيهما لا يفضل انتخابه كما يوضح شكل ٥٢ عمل خنادق مغطاة تستعمل كمخايب في أرض مجاورة لمصنع لتعذر الإنشاء داخل المصنع بما لا يتعارض مع التوسع المنتظر له .



## التخطيط العمراني للمخيم:

قلنا من قبل أن الحجاب يجب أن يتسع ويسمح بالدخول إليه والخروج منه بسهولة .

ويلزمنا في تحديد تخطيط الخبأ معمارياً أن نقرر ما إذا كان هذا الخبأ ميسر من خطر استخدام أسلحة الضرب فقط أو أن هناك الأسلحة الكيميائية أى الغازات وما شابه ، والبيكتولوجية ولم نتحدث — هنا عن الوقاية الكيميائية والبيكتولوجية . ففي هذه الحالة يلزم للمخبأ غرفة للتطهير وأخرى لتغيير ولبس الملابس بدلاً من الملوثة . وبعض مراكز الإسعاف أحياناً تعمل على هيئة مخبأ ، والأفضل في الواقع أن يكون الخبأ معداً بغرض إسعاف وغرف تطهير وخلافه .

عموماً يتوقف هذا على إمكانيات السلطات وتوجيهاتها  
فعلى ضوء هذا يتوقف التخطيط المعمارى .

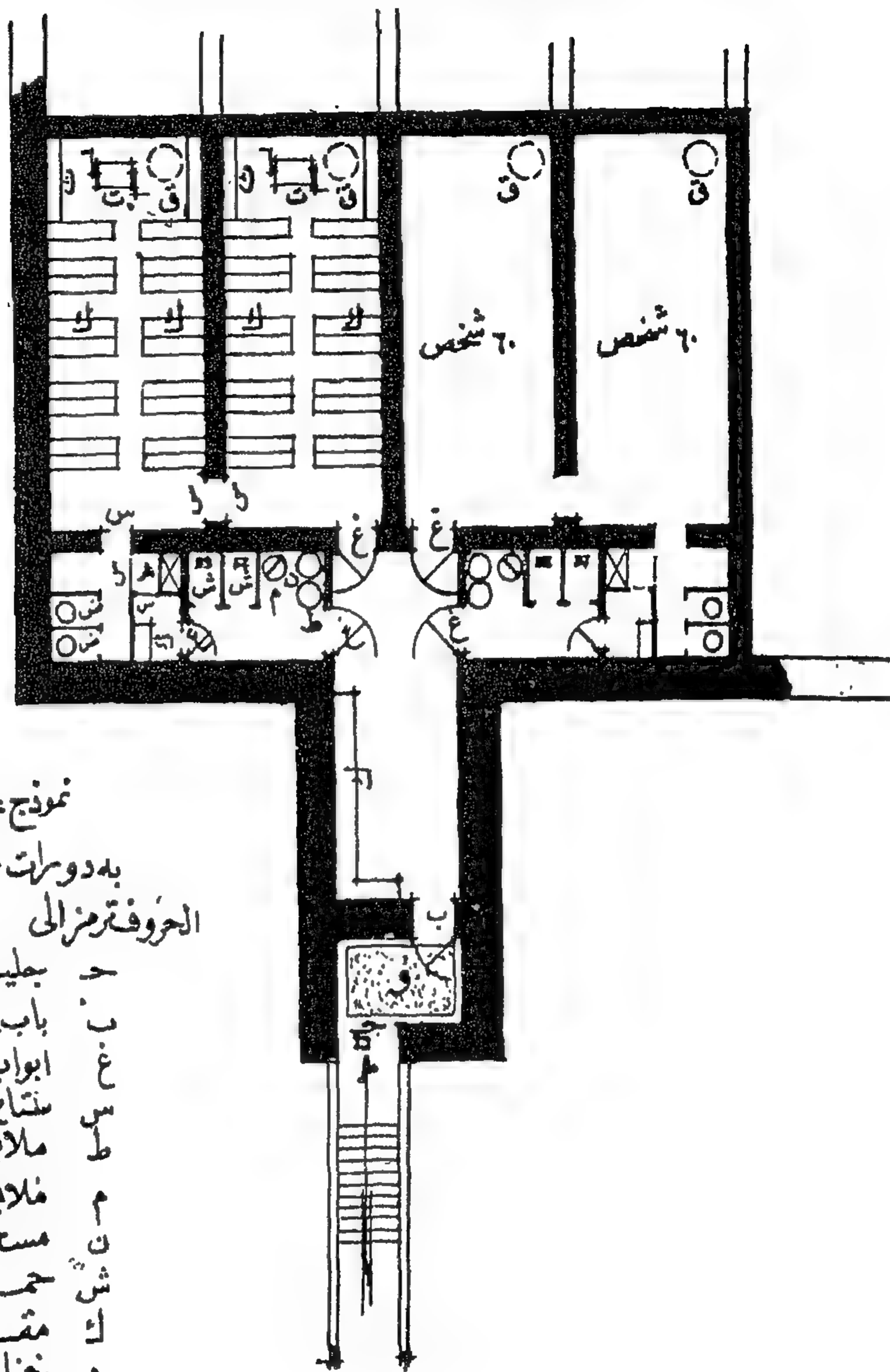
والتهوية داخل المخبأ قد تكون طبيعية بهوايات عادية إذا لم يخش من استخدام الغازات والكيمائيات والبكتريولوجيات أو قد تكون تهويته صناعية بآلات تهوية خاصة عند استخدام الكيمائيات .

ويوضح الشكل ٤٥ تخطيطاً مخبئاً به كل التسهيلات التي تجابه كل الاحتمالات . ومن الممكن كما قلنا اختصار هذا كله أو بعضه على حسب احتمالات الهجوم .

ويلاحظ أن التخطيط راعى ما يلي :

- ١ — المداخل والمخارج زودت بغرفة هواء .  
والأبواب الخارجية يعمل لها حواشي واقية من الشظايا والضغط .
- ٢ — في عملية التهوية يراعى أن تتم بسرعة أى يخرج الهواء سريعاً حتى لا يتركز ملوثاً في غرف خلع الملابس التي تصاب بتلوث .
- ٣ — لابد من تواجد مصدر قوة كهربائي آخر ( مكنينات كهرباء ) لإدارة أجهزة التهوية أن استخدمت حتى تحول محل تيار المدينة إذا ما انقطع .

يمكن توسيعه في هذا الاتجاه



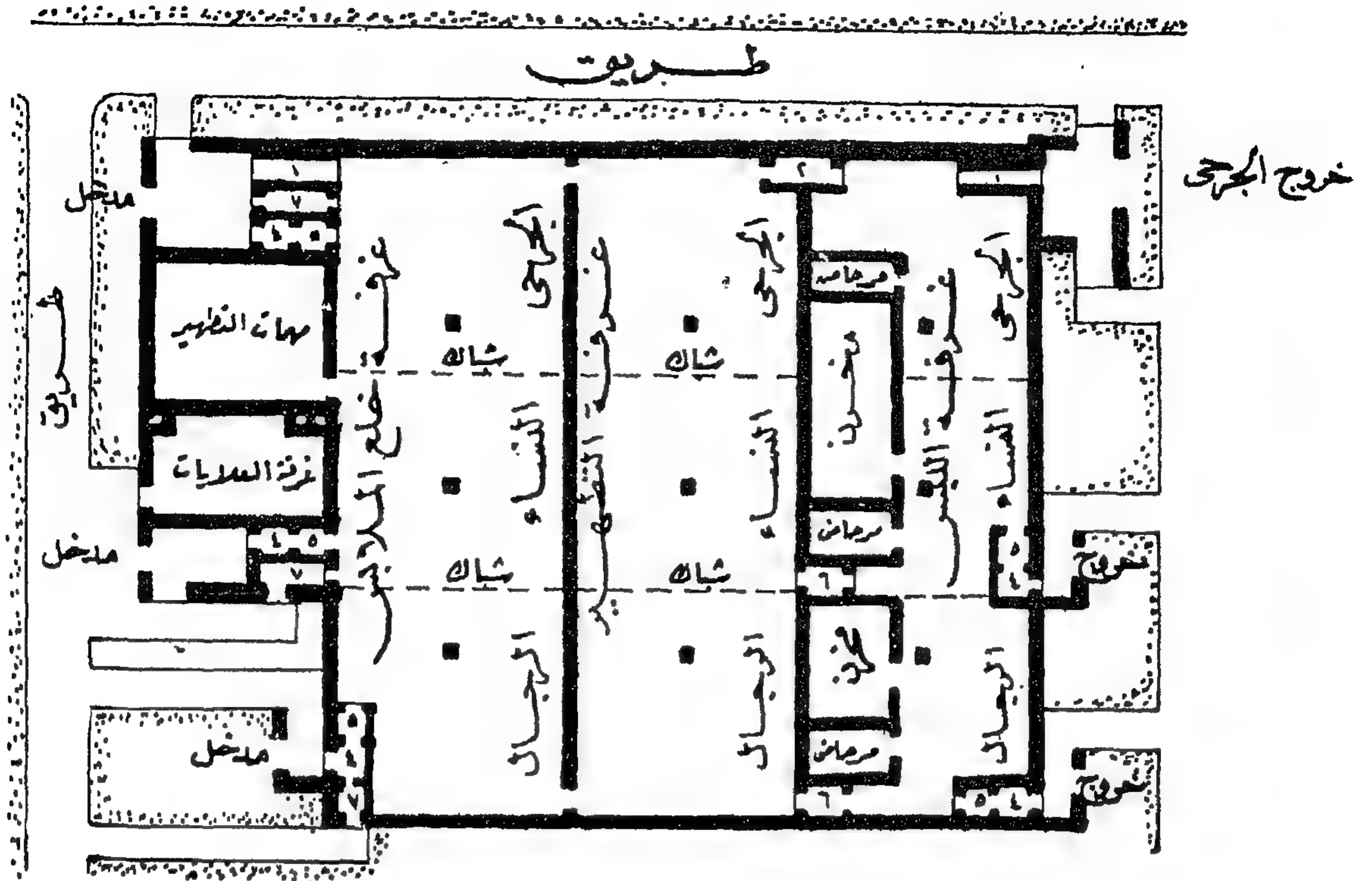
نموذج لمخبر ٢٤٠ شخصاً حريم ورجال  
به دورات مياه ونقطة اسعاف وتطهير  
الحروف موزة الى

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| ح | جليتراب                   |
| ب | باب يقى من الضابل الثقيلة |
| غ | ابواب واقية من الغازات    |
| س | مناير                     |
| ط | ملايش ملوثة               |
| م | ملايش نظيفة               |
| ن | مسحوق مبيض                |
| ش | حمام                      |
| ك | مقاعد                     |
| ه | خزان مياه                 |
| ض | مرحاض                     |
| ق | مخارج اضطرارية            |
| ت | آلات تهوية                |
| و | حجرة صغيرة بها مسحوق مبيض |
| ث | بطاريات جافة أو يدوية     |

مقياس الرسم ٢٠٠:١

شكل رقم (٥٣)





- شكل رقم (٥٤) تخطيط معماري لمخبر كامل به كل التسهيلات اللازمة بما فيها الوقاية من الغارات والتلوث
- ١ — للخروج
  - ٢ — لإعداد للخروج
  - ٣ — غرفة الهواء الخارجية
  - ٤ — غرفة الهواء الداخلية
  - ٥ — غرفة التهوية
  - ٦ — غرفة الملابس الملوثة

حجم المخبر يتوقف على :

- ١ — عدد الأفراد .
- ٢ — مكعب الهواء اللازم للفرد في الساعة .
- ٣ — المسطح اللازم للفرد الواحد .

١ — عدد الأفراد :

كما سبق القول يكفي ٥٠ شخصاً ، وبعض الدول ترى أنه في حالة التهوية الصناعية يكون العدد ٥٠ شخص على أن تكون مساحة الغرفة ٣٠ متراً مربعاً فقط إذا كانت الوقاية ضد القنابل . أما إذا كانت المخابىء واقية من الشظايا والتمزق (القنابل) والغازات فلا يجب أن يزيد العدد عن ٢٥ شخصاً .

٢ — كمية الهواء اللازمة للشخص :

(١) في حالة التهوية الطبيعية . بعض الدول ترى أن تكون الكمية كالآتي :

٤ — يجهز خزان مياه للاستخدام منفصلاً عن مصدر مياه المدينة يستخدم إذا ما انقطعت مياه المدينة نتيجة الضرب .

٥ — تجهيز حمامات لغسل التلوث .

هذا بعض ما يلفت إليه النظر، وما لا ندخل في تفصيلاته حيث يحتاج إلى دراسة أخرى إذا ما أدخلنا أثر الكيمائيات والبكتريولوجيات والذريات في الموضوع .

ثانياً — المخابىء الواقية من الضرب المباشر :

يتبع في تصميمها لإيجاد الأسماك اللازمة المعادلات السابق الإشارة إليها .

تهوية المخابىء :

يجب أن تكون المخابىء بالمقاييس الكافية لضمان التنفس الطبيعي وألا تزود بأجهزة التهوية الصناعية .

(أ) الغاز يجب أن يمنع من الدخول لفترة ما وفي نفس الوقت يجب أن تتمكن من إدخال هواء نقي غير ملوث داخل الخبأ .

وهذا يتأتى بعمل حجيرات الهواء في مدخل الخبأ التي قد تكون حبيرة أو اثنتين صغيرتي الحجم ولها أبواب مانعة لنفاذ الغاز توضع في كل مداخل الخبأ .

(ب) الخبأ يعمل بحيث لا يسمح بنفاذ الهواء .

(ج) يوضع جهاز لتوليد الهواء .

بعضها يعطى ١٢ ألف قدم مكعب من الهواء في الساعة تكفى ٢٠ رجل . . ويمكن استخدام عدد منها لزيادة الكفاءة .

والهواء المتسرب من الخبأ يجب أن يحدد بواسطة منظم خاص بحيث يبقى الضغط الاستاتيكي داخل الخبأ طبيعياً .

والضغط الواجب تواجده هو من ١/٤ إلى ١/٢ بوصة من الماء .

— ومن الواضح أن جعل المنشأ مانعاً لنفاذ الهواء أمر ليس بالسهل ويجب العناية بالأجزاء الزجاجية التي قد تتكسر ويتسرب منها الهواء .

٢ — اختيار مكان الخبأ :

غالبية الغازات المستخدمة أثقل من الهواء وعلى هذا لا تستطيع الرياح حملها لمسافات كبيرة . وعلى هذا فهذه الغازات تنحو إلى البقاء في الأماكن المنخفضة ، وعلى هذا فالأرض العالية أقل تعرضاً للغازات وفي الجانب البعيد عن الرياح السائدة .

ونفس النظرية بالنسبة لحرب الميكروبات .

وخواص الأرض لها تأثير كبير على حركة التيارات المحمولة بالكيمائيات أو البيولوجيات التي تحملها الرياح بسرعة قليلة ، فوجود خندق ما في مدخل خبأ يقود هذه التيارات المحمولة إلى الخبأ مهما كان اتجاه الرياح السائدة .

سويسرا متر مكعب للشخص في الساعة  
ألمانيا ٣/٤ متر مكعب هواء للشخص في الساعة  
أستراليا ١,١/٤ متر مكعب هواء للشخص في الساعة  
انجلترا ١٠٠ قدم مسطح كل ١٢ ساعة من حوائط وأسقف الغرفة في صيف انجلترا  
أمريكا سن تعرض لها عند الكلام عن المخابيء الواقية من الحرب الكيماوية البيولوجية الراديولوجية في الجدول رقم ١٢

(ب) في حالة النهوية الصناعة المسطح اللازم للفرد هو العامل المتحكم ويجب ألا تقل المساحة اللازم للشخص الواحد عن ٦٠٪ من المتر ونسكتفي بنصفها في الحالات الضرورية .

(ج) وللحالة النفسية يجب ألا يقل ارتفاع الخبأ عن ٣,٢٠ متراً — كما توضع أبواب الدخول والخروج في النهايات حتى لا يتراحم الأفراد عند الباب كما يكون هناك مخرجان ، وكما يجب أن يكون هناك مرحاضاً لكل ٢٥ شخص والمسافة من المراض والآخر لا تزيد عن ٥٠ متراً .

ثالثاً — المخابيء الواقية من الحرب الكيماوية — البيولوجية — الراديولوجية :

١ — والغرض من هذه المحاضرة هو الإلمام بأساسيات الوقاية الجماعية ضد الحرب الكيماوية الموجه بغارات على المنشآت الواقية .

والمشكلة في الخبأ تنحصر أساساً في مدى قدرته على عدم نفاذ الهواء الخارجي إليه الحمل بالكيمائيات والبيولوجيات والوقاية الجماعية تأتي بمنع الغاز من الدخول لأشخاص يتعذر عليهم أن يعملوا وهم يلبسون الكمامات وكذلك بإيجاد تسميلات — وإعدادات ووسائل لمعالجة المصابين بالغاز .

وتعمل الوقاية الجماعية حينما يتوقع استخدام الغاز وحينما يصعب لبس الكمامات وذلك بالآتي :

## المداخل :

وهي غرفة صغيرة في مدخل أو مخرج المخبأ تعمل حتى لا تسمح بالهواء الملوث للدخول داخل المخبأ نفسه والوقت اللازم للفرد لبقائه في غرفة المدخل هذه مرهون بحجم الغرفة وبالهواء الذي يمر بها وكثافة وطبيعة المادة الكيميائية المستخدمة في الغارة ، وليس من الضروري فقط أن تتواجد فقط أن تتواجد كمية الهواء في غرفة المدخل . . بل يلزم أيضاً أن يكون للهواء بها دورة وحركة بطريقة يزال بها الهواء الملوث منها . وهذا يتأتى باستخدام منظمات للهواء وبلوف خاصة تسمح بتجديد الهواء وبالحفاظ على الضغط الواجب تواجده داخل المنشأة . .

ويجب أن يكون حجم هذه الغرفة صغيرة ما أمكن والتجارب أثبتت أن الغرفة ع قدم في ارتفاع ٧ قدم مناسبة ويلزم الغرفة الواحدة ٢٥٠ قدم مكعب في الدقيقة من الهواء .

ويمكن عمل غرفتين بدلا من واحدة فالغرفة الواحدة عندما يكون المتوقع غارات كيميائية فقط أما الغرفتان فعندما يكون من المتوقع غارات كيميائية وبيولوجية يليها غرفة تطهير في تسلسل معها ويلزم ٣٠٠ قدم مكعب في الدقيقة من الهواء ببرنامج زمني كل خمس دقائق للفتح والقفل .

وفي حالات الغارات الكيميائية فقط يمكن أيضاً استغلال غرفتين دون الحاجة إلى غرفة تطهير ثالثة ببرنامج زمني كل دقيقة للفتح والقفل ويلزم ١٠٠ قدم مكعب في الدقيقة من الهواء منها .

وفي مراكز التطهير والإسعاف المنشأة من عدة غرف لمختلف الأغراض على النحو الموضح في شكل ع ٥ يدخل الأفراد المصابين كيميائياً على نقالة إلى غرفة خاصة وفي حالة استخدام الكيماويات والبيولوجيات يلزم عمل غرفة أخرى داخلية ٨ × ٥ × ٧ قدم وغرفة تطهير أيضاً .

ويمكن عمل تيار هواء ٢٠٠ قدم مكعب في الدقيقة للغرفة الأولى غرفة النقلات والداخلية وغرفة التطهير أى للغرف

الثلاث ببرنامج زمني ٥ دقائق للفتح والعلق في حالة الغارات الكيميائية والبيولوجية .

أوهواء ١٠٠ قدم مكعب في الدقيقة للغرفة الأولى غرفة النقلات ببرنامج زمني ١ دقيقة للفتح والقفل في حالة الغارات الكيميائية فقط . ومنظمات الهواء يجب أن توضع بحيث تطرد الهواء الملوث دون ترك جيوب له محملة بالكيماويات والبيولوجيات .

والأجهزة التي تسمح بدخول الهواء توضع على فتحة تسمح بدخول الهواء وتوجه اتجاهه وتوزعه على جميع أجزاء الغرفة .

ويوجد (بلف) يتحكم في فتحة الهواء بحيث يحصل الهواء الداخل ذو ضغط معين . وعلى هذا يلزم وضع مانومتر في الغرف لقياس الضغط .

## الأبواب :

الفتحات يجب حمايتها من الشظايا ويتأتى ذلك بعمل الأبواب في ممر مقابل أو بعمل قواطع لمنع الأبواب من أن تكون في خط الشظايا للانفجارات القريبية .

وكل المداخل يجب أن يعمل لها أبواب مانعة لنفاذ الهواء ومحكمة للوقاية من تسرب الكيماويات والبيولوجيات وهذا يعني أن يكون على الحراف مادة مثل المطاط تحكم منع النفاذ .

والأبواب الخارجية يجب أن تكون مضادة لقوى التمزق وعلى هذا يجب أن تفتح للخارج . والأبواب التي تصل بين الخارج وغرفة الهواء يجب أن تفتح فتحة محدودة مقيدة لا تزيد عن ١٠° .

والأبواب الداخلية يمكن أن تكون من الأنواع التجارية المثبتة .

والأبواب الخارجية الأخرى خلاف باب غرفة الهواء — يجب أن تكون أيضاً مضادة لقوى التمزق ويجب أن



أمكن تباعد عن بعضها ١٠٠ قدم وترتفع ٢٥ قدم عن سطح الأرض حتى إذا ما حدث انفجار كان احتمال إصابة كليهما معاً ضعيفاً والارتفاع العالي يفيد في أخذ الهواء من أعلى وبالتالي يكون أكثر نقاء .

وأسفل هذه المآخذ التي تعمل من مواسير قطر بوصة توضع أجهزة الترشيح .

والتهوية الميكانيكية بالأجهزة الخاصة بها لها مزايا أكثر من التهوية العادية .

#### حساب كمية الهواء :

إن عدد الأفراد اللذين لشغل محباً واق من الغازات السامة محدد ليس فقط بكمية الأكسوجين اللازمة للفرد .. ولكن أيضاً بكمية الحرارة والعرق وثاني أكسيد الكربون التي تخرج منه .

كذلك هناك عوامل أخرى تتحكم كالأحوال المناخية للمنطقة ودرجة الحرارة والرطوبة بها .

ويوضح الجدول رقم ( ١٢ ) أقل احتياجات للتهوية لأفراد يجلسون بلا إجهاد وعمل في انتظار انتهاء الغارة فقط .

أما الأفراد الذين يتواجدون ويعملون بالداخل كعمال المواصلات السلكية أو اللاسلكية وما شابه .. فيلزم لكل منهم ١٠٠ قدم مكعب من الهواء للفرد .

ويزاد هذا الرقم في الأجواء الحارة .

ويجب أن يتواجد مصدر كهرباء آخر بالداخل لإدارة أجهزة التهوية وماكينات الديزل وما شابه توضع في مكان بعيد لتقليل استهلاك الأكسوجين وزيادة ثاني أكسيد الكربون .

ويجب عمل خزانات مياه احتياطية .

وطريقة تحديد عدد الأفراد موضحة بأمثلة فيما بعد .

تقل من الداخل ، حتى لا تفتح عفوياً وهذه الأبواب من الحديد ويمكن عملها من الخشب إلا أن عيب الخشب أن خضوعه للعوامل الجوية .. وما يلي ذلك من تعدد وتقلص بسبب فراغات في القفل يتسبب عنها التسرب .

والمادة المطاطية التي تكون على حافة الأبواب وحافة الخناق يجب أن تغلف بقطع من الخيش أو ماشابه حتى لا تتآكل أو تتلف من العوامل الجوية .

ويوضع في الباب الخاص بغرفة الهواء فتحة ٨ بوصة X ٤ بوصة ارتفاع شفافة ومن مادة تقاوم قوة التمزق حتى يمكن رؤية العدد بالغرفة .

#### مطالب الهواء :

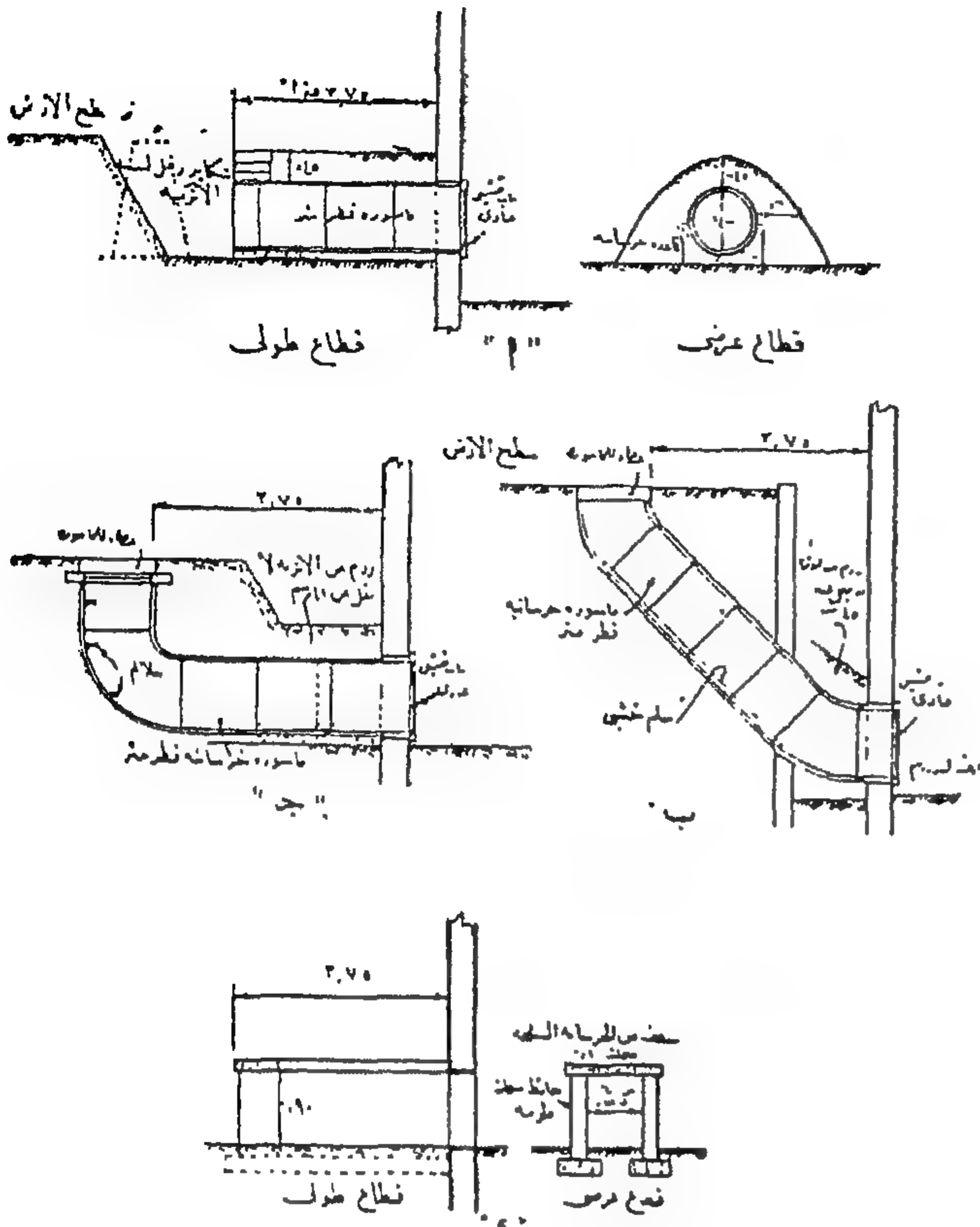
كمية الهواء النقي التي يجب أن يزود بها المحب إما تكون كافية لحجم الغرف أو لطرد الهواء القديم بها مع زيادة كمية لما يتسرب ولما قد يستهلك في المطبخ والمرحاض أو تكفي للاحتياجات اللازمة للأفراد أيهما أكبر .

وظاهرة حركة الهواء داخلياً تعتمد على فكرة أن الهواء البارد يطرد الهواء الساخن ويدخل في هذا الرياح وضغطها .

ويجب أن يكون معلوماً أن رياحاً بسرعة ٢٥ ميل في الساعة تعطى قوة تساوي ٣٠ بوصة ماء فإذا ما تواجدت مثل هذه الرياح في وقت غارة بالغازات وكان الجهاز الذي يعطى الهواء يعطى ضغطاً أقل من ٣٠ بوصة ماء فإن الرياح سوف تتسرب من أي شروخ متواجدة بالمنشأ في اتجاه هبوبها . ولهذا يلزم أن يكون الضغط ٣٠ بوصة ضغط استاتيكي للماء .

وفي حالة ما يوجد غرفتين للهواء تليهما غرفة تطهير يجب أن يكون الضغط بين غرفة التطهير وغرفة المحب الرئيسية متدرجاً من ١٠ بوصة ماء وكذلك هبوط في الضغط للغرف المتتالية مقداره ١٠ بوصة حتى الخارجة .

ولكل منشأ يعمل مدخلان أو أكثر للهواء وإذا



### مخارج الطوارئ للبدرومات

شكل رقم (٥٥)

المزلقانات : أحياناً يعمل بالمدخل مزلقان بميل ٨:١ وعرض ٣ وتفضل السلام وعرضها لا يقل عن ٤ والسلام ٢:٣ .

الكوريڨور : أو صالات الدخول عرضها على الأقل ٤ وارتفاعها ٦,٥ .

غرف الهواء : تفضل الغرف المزدوجة كل منها ٤ ارتفاع ٧ .

وغرف الهواء اللازمة لدخول النقالات المصابين ٢,٥ × ٢,٥ في القطاع وبطول ٨,٥ قدم للسماح للنقالة بالمرور .

العوامل التي تؤثر في مقاسات المخبأ (ملخصه) :

عدد الأفراد — فترة التواجد في المخبأ — حالة الأفراد — عما إذا كانوا منتظرين الغارة أم يقومون بعمل وجهه — نوع التهوية هل طبيعية أم صناعية — الأحوال الجوية في المنطقة (الحرارة ودرجة الرطوبة) موقع المخبأ فوق أو تحت الأرض — جدول رقم ١٢ يحدد هذا كله .

الخنادق : تكون متدرجة باضطلاع من ١٦ — ٢٠ قدم (ويمكن ٤ متر) انظر شكل ٤٥، ٤٦، ٤٧ والمسافة بين الخنادق ٢٥ قدم أو أكثر . ويعمل صالماً لها كل ٣٠ أو ٦٠ قدم كما يعمل حفرة في نهاية كل بسطة لتجميع مياه المطر والخنادق الغير مغطاة قد تغطي ويكون عندئذ ارتفاعها ٦٦ — ٦٨ عرض ٦ قدم . فهذه المقاسات تسمح لشخصين بالجلوس متقابلين كل ٨ — ١٠ من طول الخندق .

أما الخنادق الغير مغطاة (شكل ٤٥) فيكفي أن يكون عرضه من أعلى حوالي ٧٠ سم وعمق حوالي ١٥ متر . وهذه المقاسات قد تختلف بعض الشيء والمهم أن القاعدة فيها أن تكون أضيق ما يمكن .

المدخل وفتحات الطوارئ : المدخل مقاسه الأدنى

٢,٥ المخابيء حتى ٥٠ شخص وللدخول ١٠٠ فرد من مدخل واحد بمعدل ١٠٠ فرد في الدقيقة — فإن العرض لا يقل عن ٣ ويزاد بمعدل ٦٦ لكل ٥٠ فرد زيادة .

أما المخارج فكالمداخل وتوضع بالنسبة للمداخل بحيث لا يلقى هناك نهايات مبينة . أما مخارج الطوارئ فقطرها لا يقل عن ٣ قدم إذا كانت — مستديرة أو (٣ × ٣) — إذا كانت مستطيلة بارتفاع عتبتها عن الأرضية من ٦ إلى ١٢ — والبعض ينشئها على النحو الوارد في شكل ٥٢ — وأحياناً تعمل بأشكال مختلفة المهم أن يكون واضحاً أن — المخبأ مدخلان يستخدمان كمداخل ومخارج خلاف مخرج الطوارئ .

الخرسانة في المناطق المعرضة للضغط وبذلك يزيد في قدرتها نوعاً على تحمل الضغط . ولهذا فمن الضروري عند تصميم منشأ خرساني لابد من معرفة توزيع جهدي الشد والضغط نتيجة أي حمل يتعرض له السطح الخرساني بدقة تامة .

والنظريات العلمية المعروفة في التصميم خاصة بمعرفة تأثير نقل ما على سطح خرساني ومن ثم فمن الممكن إتمام الحسابات الخاصة بالأسماك والتسليح بدقة تامة حيث أن النظريات قد أتاحت لنا الفرصة لدراسة توزيع جهود الشد والضغط بدقة .

أما تأثير الموجات الضاغطة وما يتبع الانفجار فإن النظريات المحددة على غرار ما تم في معرفة الأتقال العادية لم تتحدد بنفس الدقة . وإن كان من غير العسير تصور ما يحدث على وجه التقريب نتيجة للموجات الضاغطة والانفجار في المنشآت ذات البحر المحدود على النحو الذي توضح في هذا البحث ، ومن زاوية البحث في تأثير الموجات الضاغطة والانفجارات تختلف وجهة النظر في مختلف الدول في تسليح الخرسانة التي تتعرض لهذا النوع من التأثيرات .

ويمكن إجمال الطرق المنتجة في التسليح في طريقتين :

الطريقة الأولى :

طريقة التسليح في الأبعاد الثلاثة المتعامدة

الطريقة الثانية :

طريقة التسليح في بعدين متعامدين

١ - والطريقة الأولى عرفت قبل الطريقة الثانية ،

والفكرة منها بنيت على أساس أنه نظراً لأن نظرية توزيع الجهود بالدقة الكافية نتيجة لضغوط الانفجار والموجات الضاغطة ، ليست معروفة بالدقة والتحديد اللذين عرفا في توزيع الجهود نتيجة للأتقال العادية فقد روي توزيع التسليح في الاتجاهات الثلاثة المتعامدة بالتساوي وعلى مسافات متساوية .

غرف الاسعاف : إذا زود الخبأ بها كما في شكل (٥٤) أو شكل (٥٣) — وذلك في حالة إضافة هذه الغرفة للخبأ إذا لزم الأمر فإن مساحتها تكون ٢١٠ قدم مربع على الأقل وهي تسكني خبأ به من ٢٥٠ إلى ٥٠٠ شخص .

— وفي المنشآت الكبيرة تكون مساحتها من (١٠٥٠) إلى (١٢٢٥) قدم مربع لكل من ٣٠٠ — ٧٥٠ شخص في الوردية .

أو (١٦٣٠) إلى (٢٣٠٠) قدم مربع لكل من ١٠٠٠ إلى ١٥٠٠ شخص في الوردية .. أو ٢٩٠٠ قدم مربع لكل ٢٠٠٠ شخص في الوردية .

غرف التطهير : ولأغراض التطهير من الغازات يلزم ثلاث غرف للخلع والاستحمام ثم اللبس ومساحة كل منها ١٠٠ قدم مربع .

ويمكن ضم غرف الاسعاف مع التطهير .. ولكن كل منها بالمواصفات السابقة . وبذا يكون مجموع المساحة ٥١٠ قدم مربع لكل جنس على حده (الرجال) .. (السيدات) . المراحض : لكل ٢٥ فرد مرحاض كيميائي .

التقدير المبدئي لمساحة الخبأ :

للحصول على تقدير سريع مبدئي لمساحة الخبأ شاملاً الكوريدورات والمراحض والحيطان وغرف الهواء .. الخ. ولكن بدون غرف الاسعاف وغرف التطهير فيضرب عدد الشاغلين في ١٠,٧٥ والنتيجة هي المساحة بالقدم المربع .. وإذا ما أريد إلحاق غرف إسعاف أو تطهير أو كليهما فتضاف المساحات الخاصة بها والواردة عليه .

مبادئ تسليح المنشآت الواقية :

من المعروف أن الخرسانة تسليح في المناطق التي تتعرض منها الخرسانة للشد وذلك لضعفها في مقاومة الشد وبالتالي يلزم استخدام مادة أخرى كالحديد لها المقدرة — على تحمل الإجهاد الناشئ من الشد . ولهذا الحديد بجانب فائدته في مقاومة الشد فائدة ثانوية أخرى تتمثل في زيادته لمقاومة



ذكره . وهذه الطريقة تتلافى التسليح العمودى فى الاتجاهاه الثالث ومن ثم يتلافى عيوب الطريقة الأولى فى التسليح خاصة فى مرحلة التنفيذ حيث يسهل الصب والغززة للذين تزداد سهولتهما عندما تكون المسافة بين شبكتى التسليح تساوى سمك الخرسانة .

وتزداد صعوبتها نوعاً ما إذا كانت المسافة بين شبكتى التسليح أقل من سمك الخرسانة قلة ملحوظة . كما أن اختفاء التسليح العمودى يمنع التشقق الذى يحدث عند نهايتها كما فى الحالة الأولى عقب تصادم القنبلة أو الدانة بالسطح .

وتكون الشباك فى منطقة الشد أكثر كثافة منها فى منطقة الضغط وذلك بتقليل المسافة بين الأسياخ فتصبح مساحة العيون مثلاً ١٥ سم × ١٥ سم بينما تتسع فى منطقة الضغط وتصبح مساحة العين ٢٠ سم × ٢٠ سم .

ولا تخلو هذه الطريقة من عيوب وأبرز عيوبها هو عدم وجود التسليح العمودى الذى يصل بين الشبكتين ويمكن التغلب على هذا النقص بعمل كانات لاتغطى السمك كله بل تصل الكانات العلوية منها إلى عمق يساوى أو أكبر من عمق الاختراق والكانات السفلية منها تكمل بقية السمك فى غير المستوى الرأسى للكانات الأولى .

#### طريقة الاتحاد السوفيتى فى التسليح :

والطريقة التى يتبعها الاتحاد السوفيتى فى التسليح هى الجمع بين الطريقتين — طريقة التسليح فى الأبعاد الثلاثة ، وطريقة التسليح فى البعدين .

ويبدى السوفيت أهمية خاصة للظواهر الآتية :

منذ عهد كان الموضوع المتبع فى لحام الأسياخ المتعامدة فى الشبكة الواحدة — كهربائياً من جميع الزوايا التى يتلافى منها السيخان وذلك فى الأعمال المدنية ، ولكن هذه الطريقة تجعل اتصال السيخين المتعامدين قوياً ، وبالتالي فعند حدوث أى تصادم لقنبلة أو دانة بالسطح ونتيجة لوجود مادة يمكن تعظيمها حولها هى الخرسانة يحدث أن يتعظم السيخان

وبتسليح الخرسانة فى الاتجاهات الثلاثة نضمن قوة تحملها فى جميع الاتجاهات والتسليح بهذه الطريقة يتم بحيث يتواجد لدينا مكعبات متساوية الحجم أى أن الاتجاهات الثلاثة للتسليح تحصر بينها مكعبات خرسانة كلها متساوية الحجم . وواضح من هذه الطريقة أن لها بعض العيوب التى يمكن تلخيصها فيما يلى :

( أ ) أولاً طريقة غير اقتصادية ، فالمعروف أن كمية الحديد تزداد فى المناطق التى تتعرض للشد وتقل فى المناطق الأخرى ولكن هذه الطريقة توزع الحديد بالتساوى فى جميع المناطق ومن ثم يكون هناك إسراف فى وضع الحديد بنفس الكمية فى منطقتى جهد الشد ، وجهد الضغط وإن كان من الممكن تقليل هذا العيب بتقليل كمية الحديد فى المناطق التى بها جهد الضغط .

( ب ) العيب الثانى هو حدوث تشققات فى نهايات الكانات المتعامدة — السقف أو الحائط فقد أوضحت أنه عندما تصطدم — دانة بحائط أو قنبلة بسقف تحدث تشققات صغيرة غير كاملة فى نهايات الدانات على مساحة كبيرة فى نفس الوقت — ولعلاج هذا من الواجب ألا يوضع التسليح العمودى بعمق السمك كله بقصد تقوية تقوية كاملة بل يكفي أن يصل التسليح إلى جزء من السمك أطول قليلاً من عمق سمك الاختراق ثم يوضع تسليح آخر لاتغطى بقية السمك فى غير المستوى الرأسى للتسليح الأول .

( ج ) العيب الثالث هو صعوبة العمل فى وضع الخرسانة وغززتها باستخدام الهزازات أو غيرها فى هذا السمك الذى تتحكم فيه شبكة ضخمة من التسليح تعوق الصب والغززة .

٣ — الطريقة الثانية وهى التسليح فى بعدين حيث يكون التسليح عبارة عن شبكتين متوازيتين فى الوجهين الخارجى والداخلى للسقف أو الحائط الطريقة الفرنسية ( وكل شبكة تتكون من أسياخ متعامدة على النحو السابق

ويجب أن يكون واضحاً أن هناك جهود شد إضافية تتولد في البلاطات الخرسانية السميكة التي تتطلبها الدفاعات المختلفة نتيجة للتشقق ورد فعل الخرسانة .

ولمنع التشققات التي تحدث في الخرسانة نتيجة لهذا يستحسن وضع شبك معدنية من السلك الذي قطره ما بين ١٠ و ١٢ مم ويغطي البلاطة الخرسانية بأكملها في وسطها المعرض للشمس . ولمنع تطاير الخرسانة يعمل تسليح خاص للخرسانة إما كتل حديد قطاعها على شكل ( I ) أو من أسياخ مستديرة القطاع ذات أقطار صغيرة .

#### تسليح الأساسات :

بناء على هذه الأسس يمكن أن نرى في شكل (٥٧) كيف يمكن في أساس على شكل فرشاة سمك من ٥٠ - ٦٠ سم تسليحه بثلاث طبقات من الشبك المعدنية اثنان منها بالقرب من الوجه الداخلي للأساسات لمنع التطاير وازدياد الأسماك يتزايد عدد الشبك .

#### وقاية الأساس من المياه تحت الأرض :

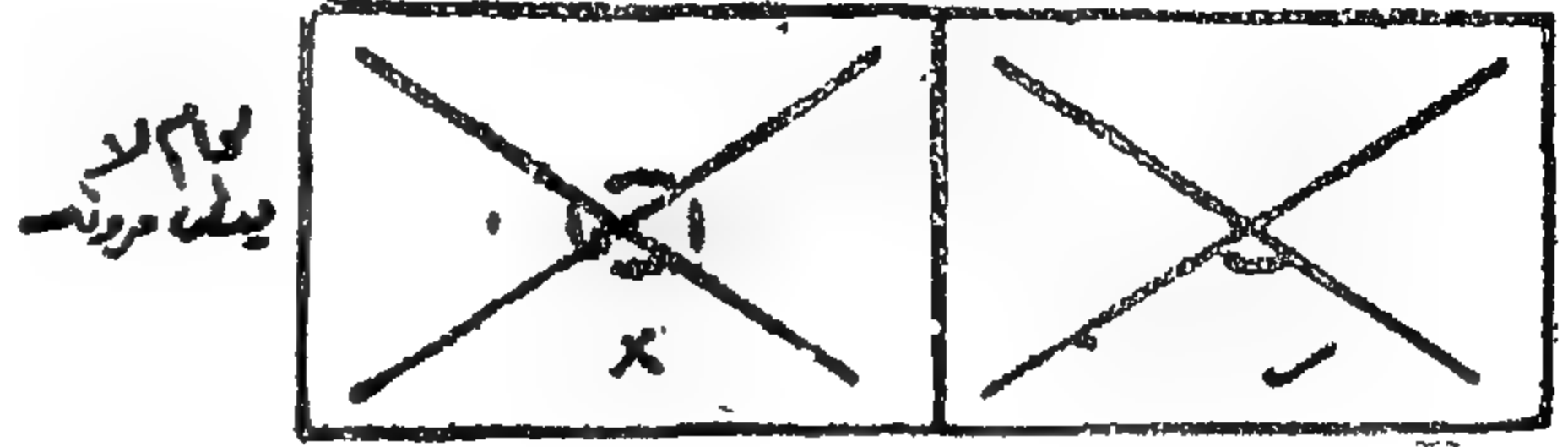
إذا كان هناك منشأ قد أقيم على ميل من الميول وغطى بالتراب أو بني من طابقين بحيث لا يدخل في اعتبارنا عامل اختراق الدانة بجسم المنشأ يمكن أن يكون الأساس عندئذ من ٥٠ - ٦٠ متر ويصمم على الأسس الإنشائية العادية طالما أن اختراق الدانة لن يؤثر فيه نتيجة الردم فوق المنشأة أو نتيجة وجود طابق آخر يحول دون وصولها إلى الأساس .

ولوقاية الأساسات المدفونة على عمق بسيط والتي لا تسمح الظروف بردم الحوائط فوقها بالتراب يمكن عمل حائط رأسى (طبقة قاسية) تمتد إلى أسفل مدفونة في الأرض تمنع وصول القذوف إلى الأساس ( شكل ٤٦ - ٥ ) .

وعندما تتواجد مياه تحت الأرض بكثرة تعمل طبقة كمبرشة من الخرسانة العادية أو الخرسانة بالأخجار

في منطقة اللحام هذه بالإضافة إلى حدوث حفر نتيجة التشقق على مساحة كبيرة .

ولهذا يكتفى عند لحام سيخين من الحديد بلحامهما في جهة واحدة لحاماً بسيطاً يضمن المرونة .

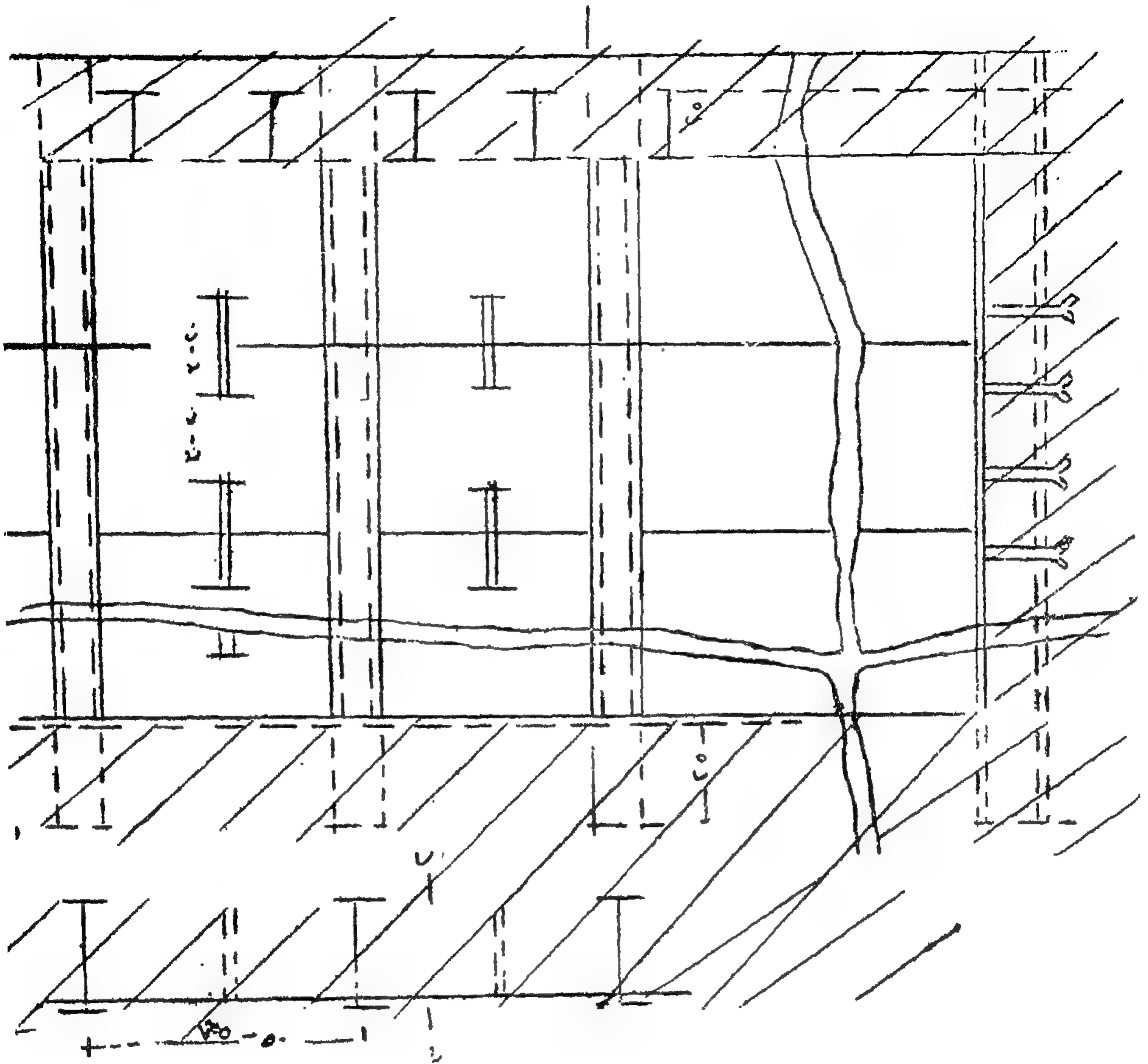


والحديد المستخدم في التسليح من المفضل أن يكون من النوع العادى وليس حديداً خاصاً فالنوع العادى هو من الحديد اللين نوعاً ، وبذلك يمكنه أن يقاوم تأثير الانفجار والصدمة بمرونة بينما لو كان الحديد غير مرن فإن تأثير الصدمة والانفجار قد يسببان كسر الأسياخ .

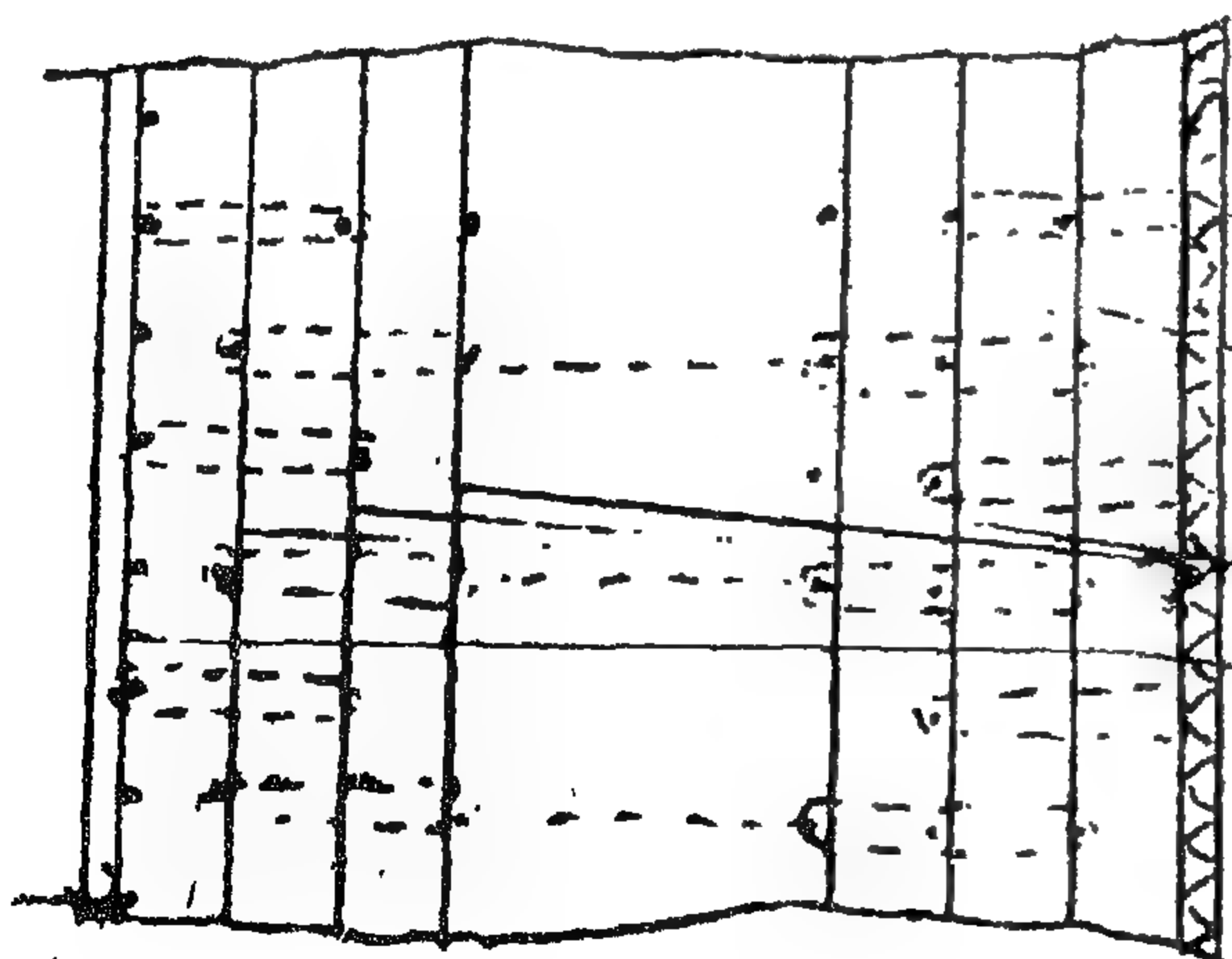
وكما هو معروف نجد أن التأثير الذى يحدث في المواد المرنة ينتقل فيها بسرعة الصوت ويختلف التأثير في مادة عن أخرى . وعلى ضوء هذه الحقيقة نجد أن هذا التأثير الذى يحدث للسبيخ يترك في الخرسانة نفسها خاصة عند منطقة التلاصق بين السبيخ والخرسانة حيث تولد جهود عند سطح التماس قد تسبب انفصال السبيخ من الخرسانة .

ومن هنا كان الواجب عند تسليح الخرسانة على ضوء هذا الخطر أن نزيد التماسك بين الخرسانة والحديد وهذا يعنى أنه عند حساب مساحة الحديد اللازمة يجب أن تختار عدداً كبيراً من الأقطار الصغيرة للأسياخ بدلاً من اختيار عدد قليل من الأسياخ ذات الأقطار الكبيرة فالأولى بلا شك تعطى سطحاً للتماسك أكثر من الثانية ومن هنا تراعى هذه القاعدة عند اختيار أقطار الأسياخ اللازمة للخرسانة .

ونفس هذه المبادئ تتبعها المدرسة الغربية في تسليح هذا النوع من الخرسانة . ومن المفضل عدم استخدام أسياخ أقطارها أكثر من ٢٥ مم ( آ ) على أقصى تقدير . ومن التجارب التي تمت بهذا الخصوص نجد أن أحسن الأقطار المناسبة هي من ١٠ - ١٦ مم .



طريقة تثبيت الألواح الصلب في الحوائط المعرضة للضرب



قضبان مرنة لنم تطاير الخرسانة

قطر ٨ = ٢٥

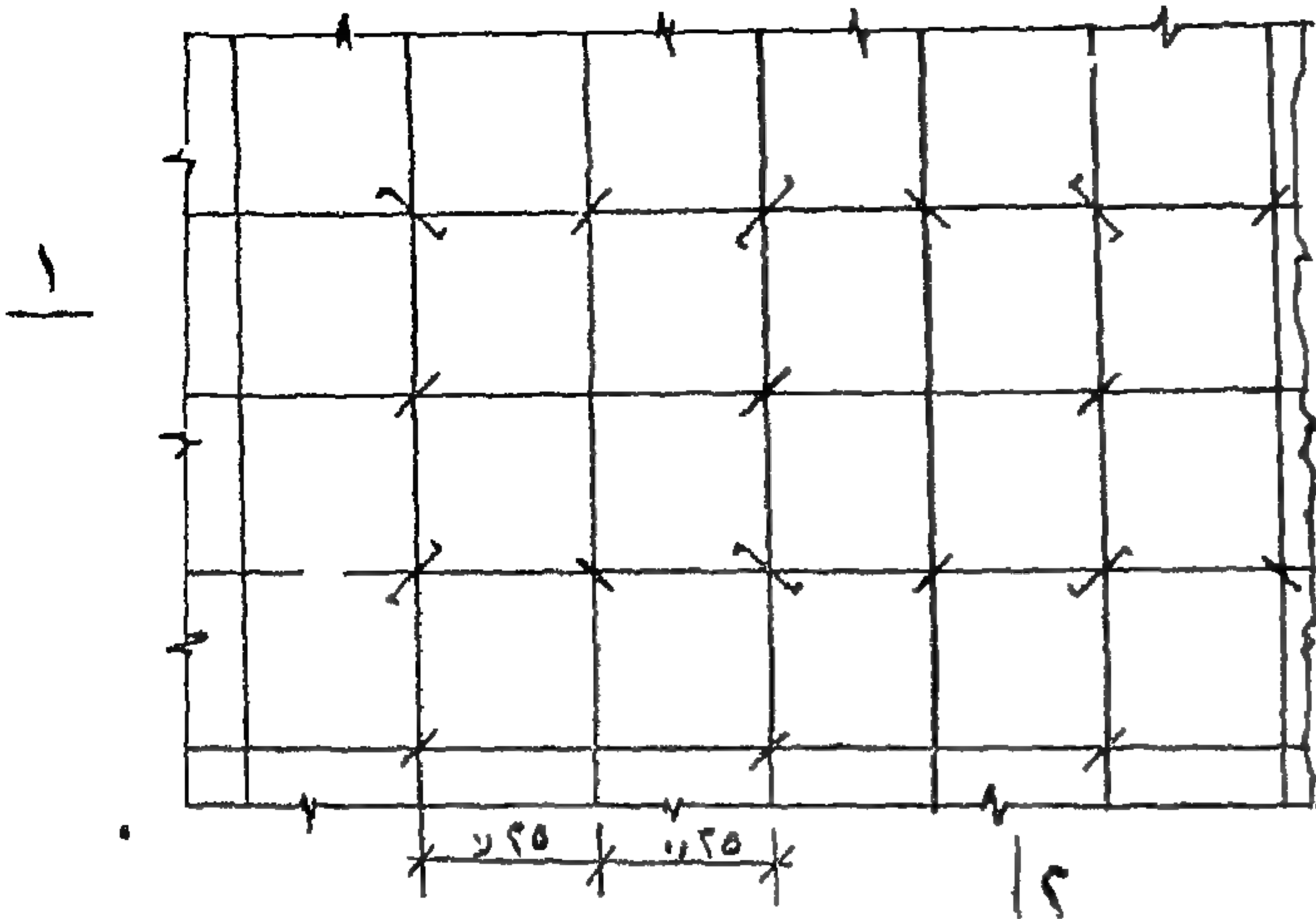
قطر ١٢ = ٢٥

قطر ١٢ = ٣٥

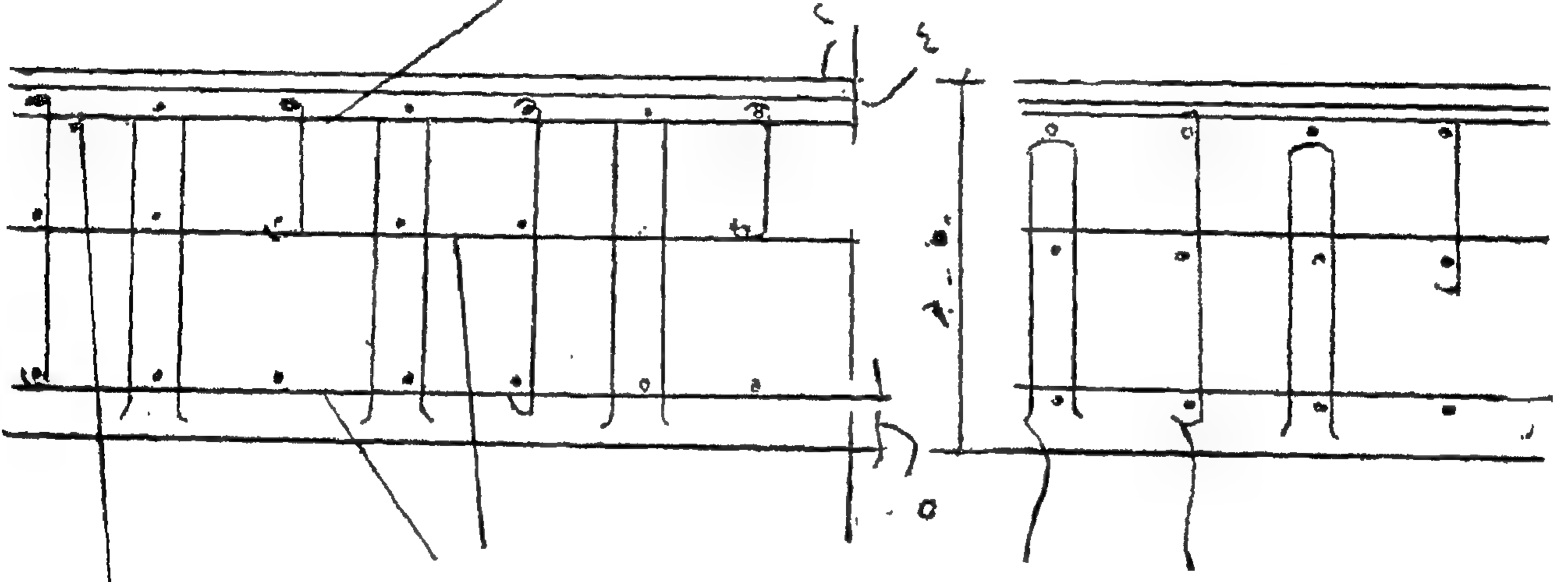
طريقة تثبيت الألواح الصلب في الحوائط الغير معرضة للضرب



١٢



كانات قطر ١.٠ مساحات ١٠٠



قطر ١.٢ ٢.٥

\* قطر ١.٠ ٢.٥

كانات قط ١.٢٤ مسافات ٥

كانات قطر ١.٠ مسافات

٢-٢

شكل رقم (٥٧) تسليح الأساس

١-١

وفي حالة الدفاعات المؤقتة يمكن . أن يكون الأساس  
أعلى من سطح المياه بمقدار نصف متر .

ويزداد التعقيد كلما كان المنشأ الدفاعي ثابتاً . فإذا كان  
المنشأ الخرساني على أرض جافة ذات درجة رطوبة عادية  
وكان الأساس أعلى من أعلى مستوى المياه الجوفية بمقدار  
متر فإن وقاية الأساس تتم بعمل طبقة مانعة لنفاذ المياه تحت  
الأساس وبدهان الحوائط بمواد مانعة أو باستخدام خرسانة  
مانعة لنفاذ المياه .

ولوقايتها من تسرب المياه إليها هناك وسائل للوقاية من  
المياه تحت الأرض والمياه السطحية تتلخص فيما يلي ( سواء  
بالنسبة لوقاية الأساسات أو الحوائط المدفونة أو المغطاة  
بالتراب ) . والمقاييس اللازمة للآفة تأثير المياه تتوقف على  
المنشأ نفسه وحالة التربة — وحالة المياه منها . ولهذا فإن  
التفكير في مشكلة المياه يجب أن يبدأ قبل بدأ المنشأ نفسه  
ومن المفضل ( إن أمكن ) أن ينشأ الأساس أعلى من  
أعلى منسوب المياه الجوفية بما لا يقل عن متر (متر هو أخطر  
مسافة تتسرب إليها المياه الجوفية إلى أعلا بالخاصة الشعرية) .

وإذا كانت المياه تحت الأرضية ذات حركة دأعة مخيفة قد تسبب تخرأ للخرسانة يستخدم الطوب الأحمر . ومن الوسائل الهامة التي تمتع وصول الرطوبة والمياه للداحل عزل الفتحات المختلفة في الأساس . ومن الواجب أن تعمل شبكة تصريف للمياه حول البنى بحيث تصرف في الأرض المنخفضة وبهذا يمكن تقليل ارتفاع منسوبها .

وتعمل شبكة التصريف هذه في منسوب أقل من منسوب الأساس بواسطة مواسير ٢٠ سم قطر من الخرسانة أو ما شابه .

وأعمال التصريف هذه تتطلب نفقات باهظة . وإن تعذر تصريف المياه في أرض منخفضة فتعمل آبار للتصريف فيها إلى البعد القريب من المنشأ ينزح فيها الماء .

#### تسليح الحوائط :

يوضح شكل (٥٩) استخدام الطريقة السوفيتية في تسليح الحوائط الخارجية وذلك بوضع التسليح على هيئة شبكات خلال سمك الحائط الخرساني . ويهدف تسليح المنطقة الخارجية من الحائط إلى زيادة مقاومة الخرسانة لتأثير الانفجار والصدمة حيثما تحدث كما تهدف إلى ضمان ثبات المنشأ كله متكاملًا بالإضافة إلى أن التسليح في هذه المناطق ضرورياً لمقاومة الشد الذي قد يحدث نتيجة انبعاج الخرسانة ونتيجة لاهتزاز المنشأ .

والطبقات المانعة لنفاذ المياه إليها تتكون من مونة اسمنتية — أسفلت بنسب خاصة — وسمكها ٢ — ٣ سم توضع أثناء تحضير الخرسانة

أما الحوائط ولمنع نفاذ المياه منها يستخدم البيتومين أو الزفت أو ما شبيهه بعد تسخينها ووضعها فوق الحائط في طبقتين أو ثلاثة ، كما يمكن استخدام البيتومين على البارد بمذيبات خاصة .

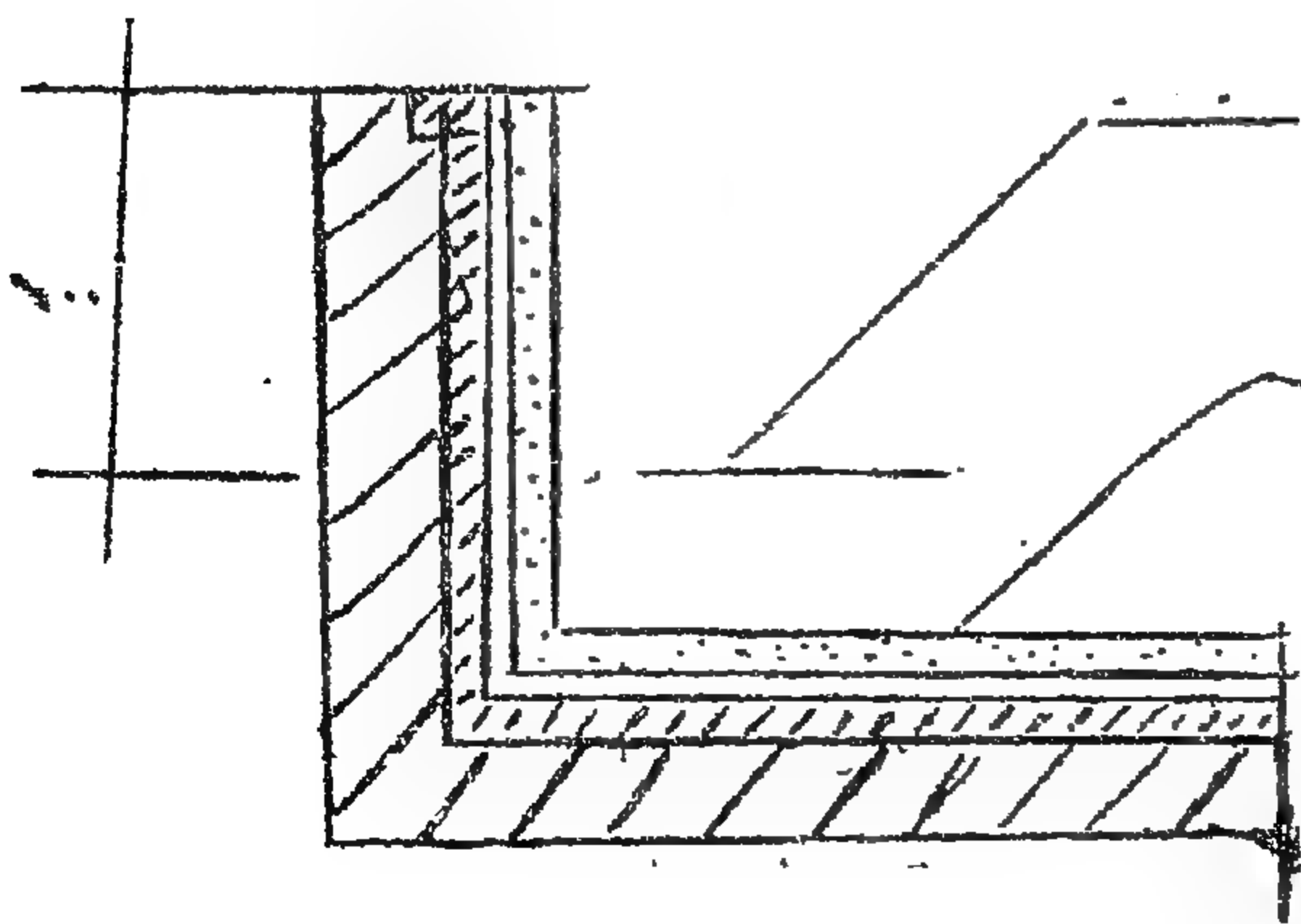
أما الإجراءات التي تتبع عندما يكون الأساس على بعد أقل من متر عن أعلى سطح المياه فهي :

— توضع طبقة عازلة خاصة من الخارج .

— تعمل خرسانة خاصة مخلوطة بمواد عازلة .

والطبقة العازلة المشار إليها تتكون من مواد خاصة مثل الشمع المقطرون . وما شابه توضع في الأساس والحوائط في طبقة أو أكثر حسب حالة المياه الجوفية . وتحت الأساس توضع المادة العازلة مع تحضير الخرسانة كما توضع فوقها طبقة من الخرسانة العازلة .

ولوقاية الحوائط تبنى حوائط خرسانية خاصة عازلة سمك ٢٥ سم وهذه الحوائط تدهن بمواد عازلة أيضاً ( شكل ٥٧ ) .



شكل رقم (٥٨)

الخارجي للحائط تمتد في السقف والأساس بكامل أسياخها وشبكات الوجه الداخلي للحائط تمتد في السقف حتى  $\frac{1}{4}$  سمكه، وتمتد في الأساس حتى سمكه كله كما في شبكات الوجه الخارجي.

وباختلاف أسماك الحائط يختلف عدد الشبكات التي توضع وبخصوص الحوائط الأمامية المعرضة وما يجاورها من حوائط جانبية سواء معرضة للضرب المباشر أو مدفونة مما يعرضه للموجات الصاغطة الناشئة من الانفجار للدانات التي تطلق عليها بزاوية صفر أو  $90^\circ$ .



يجب أن تغطي الألواح صلبة مانعة لتطاير الخرسانة في سطحها الداخلي وتفيد أيضاً هذه الألواح الصلبة في تقليل قدرة اختراق الدانات الحارقة للخرسانة.

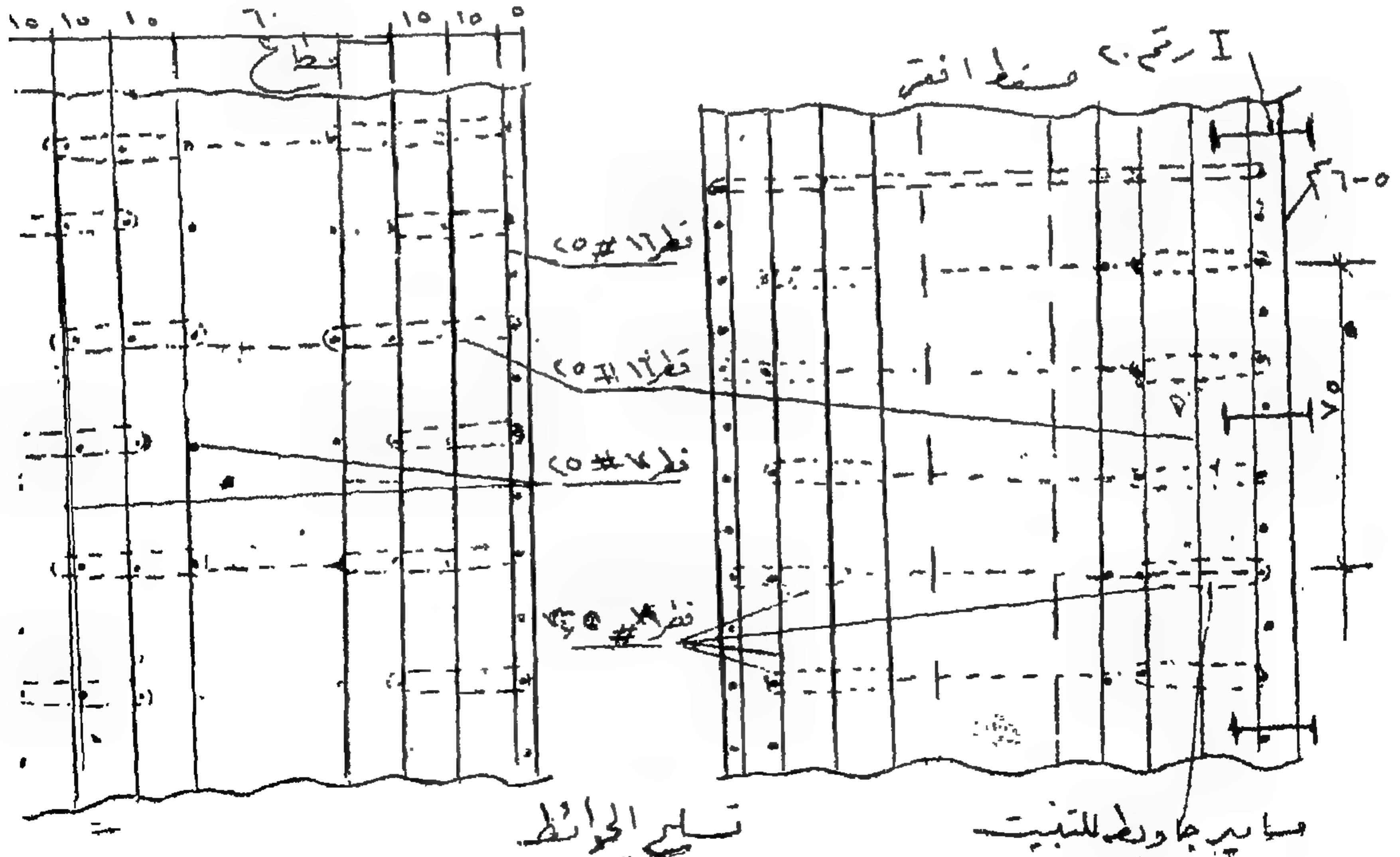
أما حوائط الأدوار السفلى فيمكن الإستغناء عن وضع

كما يهدف تسليح المنطقة الداخلية من الحائط إلى مقاومة تأثيرات الشد أثناء الإنحناء الذي قد يحدث وإلى منع تطاير الخرسانة إلى الداخل في بعض أجزائها. كذلك فإن السكابات تؤدي نفس الدور. هذا بالإضافة إلى ما هو معروف عن حديد التسليح من مقاومته للشد وجهوده. والحائط الذي سمكه ١,٥ مترأ يقوى بثمانية شبك على الجانبين أي عدد ٤ طبقات من الشباك — بالقرب من الوجه الخارجي له وعدد ٤ طبقات من الوجه الداخلي له الشبكة  $12,5 \times 12,5$  سم قطر السبيخ ١٢ — ١٦ مم وأول شبكة توضع على بعد ٥ سم من السطح الخارجي أو الداخلي.

وباقى الشباك (بعمود  $25 \times 25$  سم) توضع على ١٥ سم من بعضها البعض.

والمنطقة الوسطى من الحائط تترك بعرض ٦٠ سم بها كانات وشبكات أفقية أثناء صب الخرسانة (راجع شكل ٥٩).

وجميع الشبكات منفصلة ببعضها. وشبكات الوجه



تسليح الحوائط

مسار جانبي للتثبيت

شكل رقم (٥٩)



الأدوار العالية في السطح الداخلى للحوائط الأمامية المعرضة للضرب .

ألواح الصلب التى تقى من تطاير الشظايا لاحتمال عدم إصابة هذه الأدوار .

وطريقة تثبيت هذه الألواح كالآتى :

تتطلب العملية كميرات ( T ) نمره ( ٢٠ ) وألواح صلبة سمك من ٥ — ٦ سم .

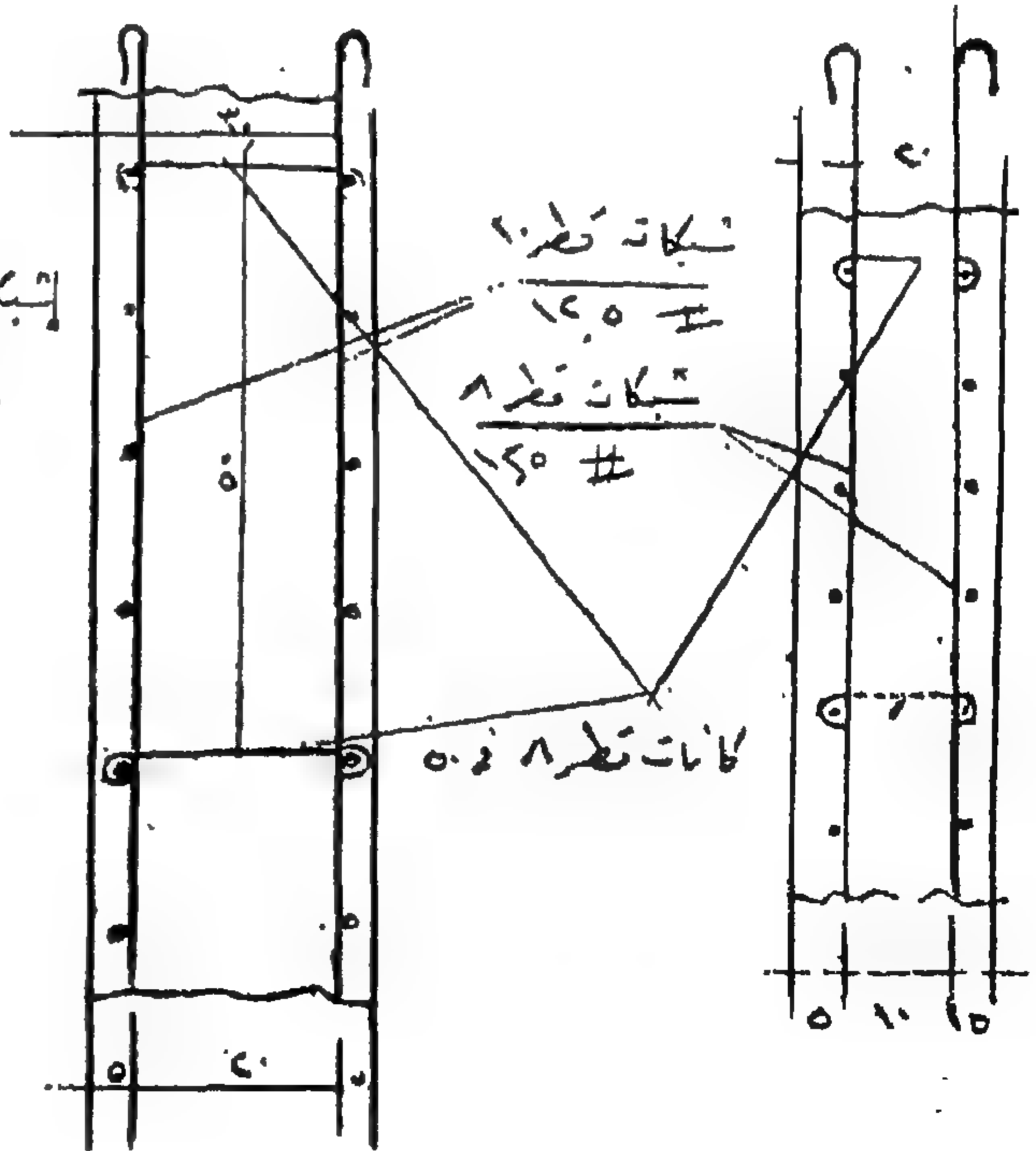
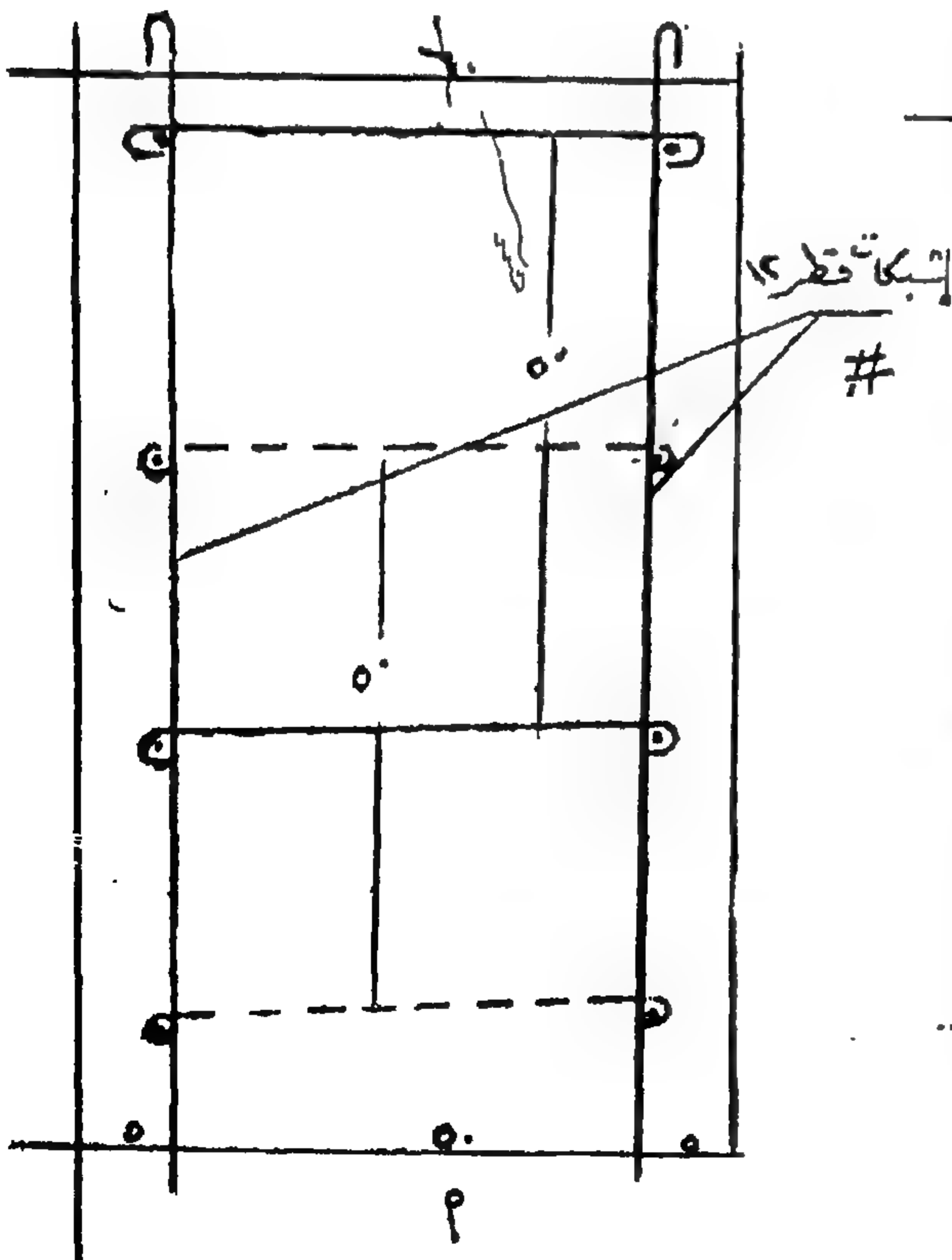
توضع الكميرات رأسية بمسافات من ٥ — ٧٥ متر بين بعضها ( شكل ٥٦ ) .

تتمد الكميرات في الأساس حتى نهاية سمكه وتمتد في السقف حتى ٢٥ سم من سمك السقف .

المسافات بين الكميرات تملأ بشبكات تسليح وبألواح الصلب التى تثبت في الخرسانة بواسطة كانات كما في شكل ٥٦ ، والمسافات بينها من ٢٠ — ٣٠ سم وكرانات التثبيت هذه عرضها من ٢٠ — ٣٠ سم مصنوعة من أسياخ حديد قطرها من ١٢ — ١٤ مم وهذه الطريقة تتبع في

تسليح الحوائط الداخلية :

كما سبق القول القواطع الداخلية سمك ٢٠ سم من الممكن أن تكون خشبية في الأماكن غير الهامة في دورات المياه وماشابه ذلك .



شكل رقم (٦٠) طريقة تسليح الحوائط الداخلية أو القواطع

الحوائط داخل السقف بالإضافة إلى السكانات الرأسية الموضحة بالشكل .

أما الحوائط الحاملة للسقف فتعمل من الخرسانة وتثبت في السقف والأرضية .

المدرسة الأمريكية في التسليح :

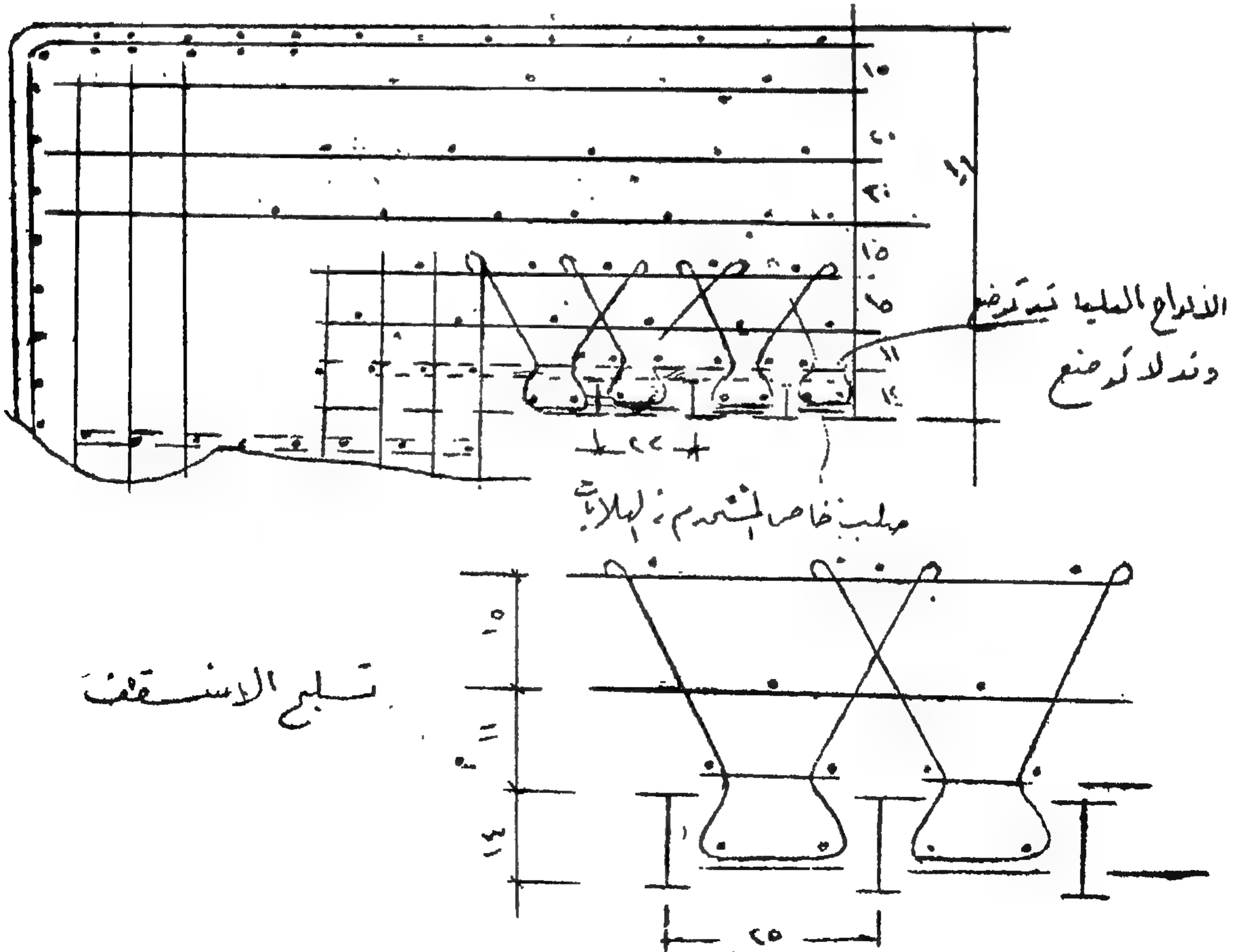
وتتلخص فيما يلي :

الحديد لا يفيد بالنسبة للاختراق — زيادة التسليح في طبقة واحدة يؤدي إلى تشققات نتيجة لتردد وذبذبة أسياخ الحديد عند اصطدام القنبلة أو الدانة بالسطح — يفضل الأسياخ ذات الأقطار الصغيرة المتقاربة للمسافات — السكانات رأسياً أو مائلة تقلل من التشققات المائلة كما تمتص القص خاصة عند الأطراف — الشباك بالقرب من السطح الداخلي تقلل من تطاير أجزاء الخرسانة عند اصطدام القنبلة — ألواح الصلب المانعة لتطاير الخرسانة توفر ١٥٪ من

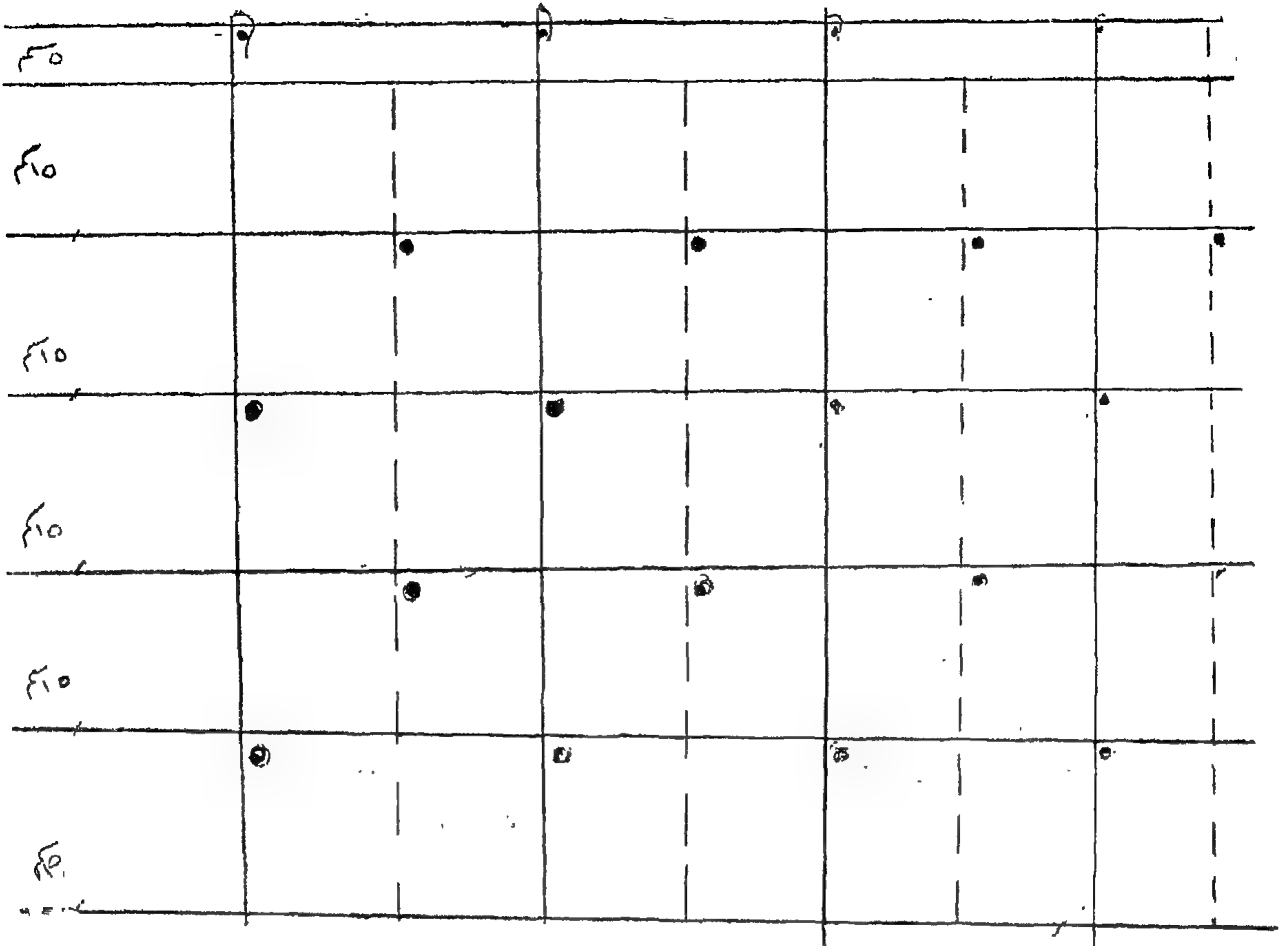
وطريقة تسليح الحوائط الحاملة للسقف الخرسانة أو القواطيع الخرسانية يوضحها بالتفصيل شكل (٦٠) والقواطيع في الميدان عادة تعمل في الملاجئ ومراكز الرئاسة ونقط الإسعاف .

تسليح الأسقف :

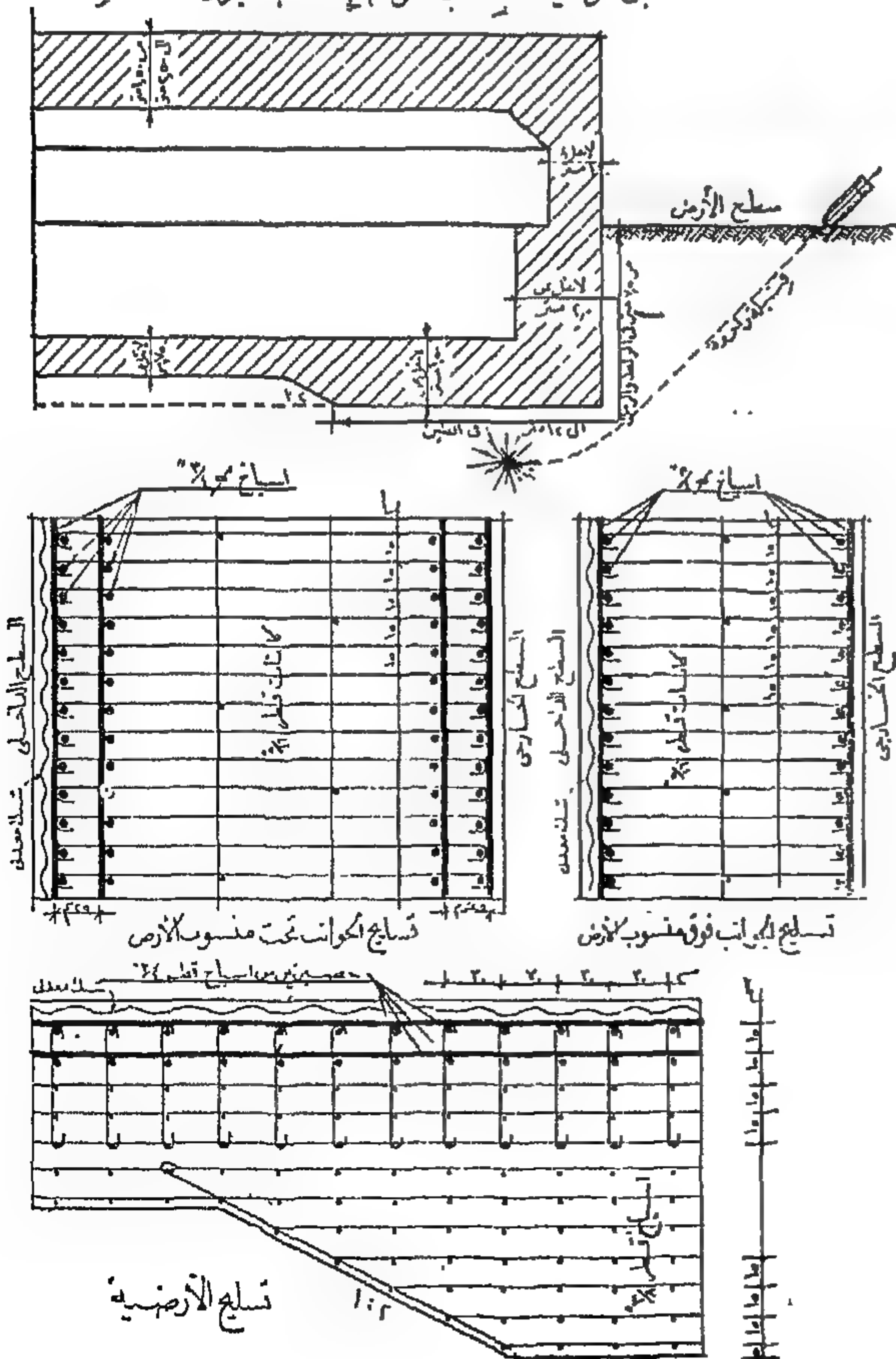
سبق الإشارة إليها عند الكلام عن الأسقف ويوضع الشكل (٦١) طريقة التسليح الذي يتم في شباك من حديد التسليح بأسياخ قطرها من ١٠ — ١٩ سم وتباعد الشباك عن بعضها في الارتفاع مسافة من ١٥ — ٢٠ سم . أما عن التسليح الرأسى فيقوم به الجزء من الأسياخ — المعتمد من



شكل رقم (٦١)



المخاض الواقية حسب المواصفات الانجليزية



شكل رقم ٦٢١  
التسليح على الطرية: الإنجليزية



### تسليح الحوائط :

الحوائط فوق مستوى سطح الأرض :

- شبكة من أسياخ قطر  $\frac{3}{4}$  بوصة كل ١٥ سم طولاً وعرضاً في كلا السطحين الخارجى والداخلى .
- الفطاء الخرسانى ٥ سم .
- شبكة إضافية للسطح للحائط لمنع تناثر الخرسانة ولا يقل عرض الشبكة عن ٤ سم ولا يقل وزنها عن ٢٢ كجم للمتر المربع .

### الحوائط تحت الأرض :

- التسليح يشابه السابقة مع إضافة شبكات من أسياخ قطر  $\frac{3}{4}$  بوصة كل ١٥ سم طولاً وعرضاً وعلى بعد ٢٥ سم من كلا السطحين الداخلى والخارجى .
- يمتد حديد الحوائط إلى السقف لالتماسك .

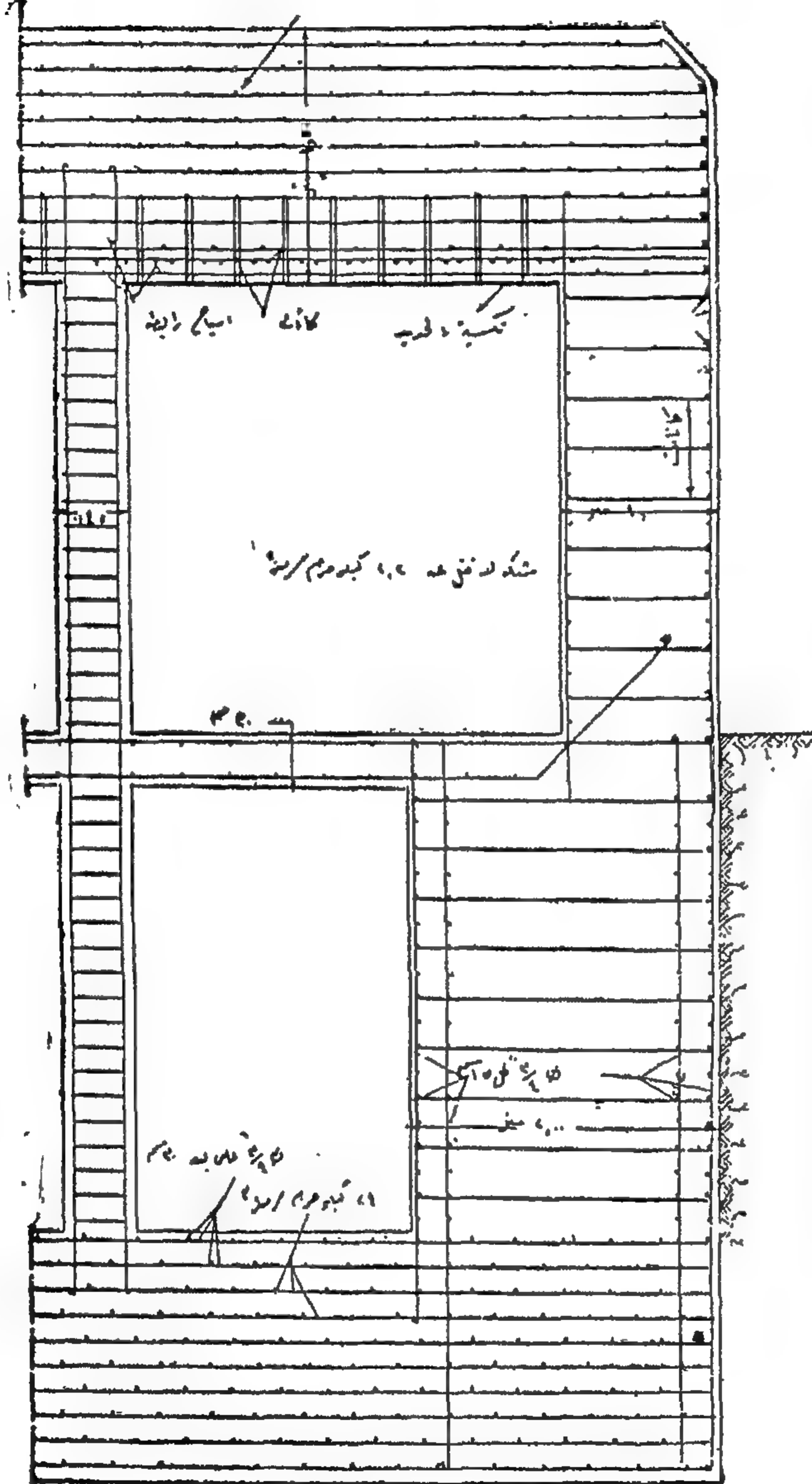
### تسليح القاعدة :

- تسليح بشبكة من الأسياخ قطر  $\frac{3}{4}$  بوصة كل ٣٠ سم طولاً وعرضاً . والمسافة الرأسية بين الأسياخ الأفقية ١٥ سم ولا يقل وزن الحديد عن ٢٥ كجم للمتر المكعب . ولا توضع الأسياخ رأسية فوق بعضها بل خلف خلاف .

شكل رقم (٦٣)

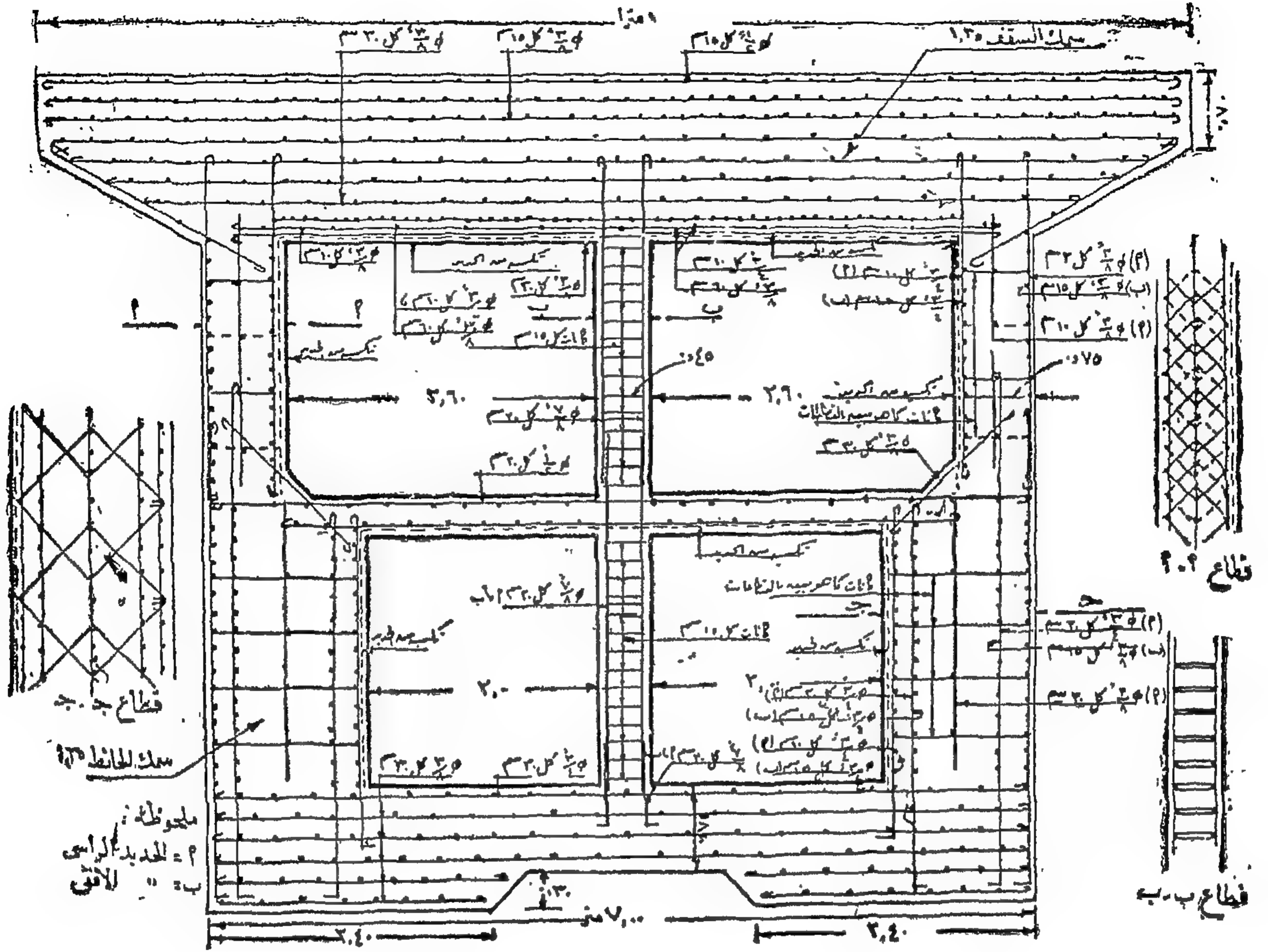
تسليح السقف والحوائط فوق الأرض ومحتها . والأساس ( أو القاعدة ) حسب المواصفات الإنجلىزية

### التسليح العام بين ٥٠ كجم/متر<sup>٢</sup> و ٨٠ كجم/متر<sup>٢</sup> :



### تفاصيل التسليح

- تسليح السقف :
- غطاء الخرسانة ٥ سم .
- أسياخ متعامدة مسافة من ١٥ — ٣٠ سم الطبقات الثلاثة العليا .
- الطبقات الثلاثة السفلى لا يقل القطر عن  $\frac{3}{4}$  بوصة على مسافة ١٠ سم بين الأسياخ و ٨ سم بين كل طبقة وأخرى .
- الأسياخ في الطبقات الأخرى على بعد ١٥ سم من الطبقات التي تعلوها والمسافة بين كل طبقة وأخرى ١٥ سم ولا يقل وزن التسليح العلوى عن ٤٥ كجم لكل متر مكعب .
- توضع كانات للطنقات الخمسة السفلى لانتقل مساحتها عن ٢٠ سم مربع من المساحة القطاعية لكل متر مربع من المساحة الأفقية .
- يعمل شبكة من الحديد أسفل السقف لانتقل سمكها عن  $\frac{3}{4}$  بوصة . أو شبكة حديد بنسبة من أسياخ قطر  $\frac{3}{4}$  توضع على مسافات ضيقة بحيث لا يزيد عرض الشبكة عن ٤ سم .



شكل رقم (٦٤)

قطاع الخبأ يتحمل إصابات مباشرة من قنابل متوسطة الغلاف وزن ٢٥٠ كجم كالواصفات الإنجليزية  
يفضل مد السقف خارج الحوائط لحمايتها من الاصطدام.

والإصابة المباشرة =  $\frac{\text{إرتفاع الحائط عن سطح الأرض}}{\text{الامتداد}}$  ظل زاوية التصادم

زاوية التصادم في حدود ٢٠° عادة

∴ الإمداد = إرتفاع الحائط عن سطح الأرض × ظا ٢٠

قرص التسليح على شكل حصار (شباك) متتالية على بعد أفضاء (١٥ سم) من بعضها وترتب معها الأسياخ في اتجاهين متعامدين .

ويجب ألا يقل مقدار الحديد عن ٣ كج في المتر المكعب من الخرسانة . وتباعد الأسياخ بأبعاد لا تزيد عن ٣٠ سم عن بعضها من قطر نصف بوصة — وتقل المسافات إلى ١٧ سم إذا كانت الأسياخ من قطر ٣/٨ بوصة . ويرتب تسليح مقاومة القص من كانات رأسية ويجب ألا تقل مساحة قطاعاتها العرضية في مجموعها عن ٢٠ سم<sup>٢</sup> في المتر المربع . أما الطبقات السفلى من التسليح فتكون عادة من ثلاث طبقات من أسياخ ٣/٤ أو ٥/٨ بوصة على الأقل وعلى أبعاد لا تزيد على ١٠ سم في الاتجاهين . وتحدد عدد الطبقات بتحديد وزن القبلة .

السمك المحسوب — الأسياخ الطولية في الوجه الخارجى نصف ما يستخدم في الوجه الداخلى — الكانات تمد ٢/٣ السمك تقريباً — على أن يمتد ثلثها على الأقل بكل السمك الحديد نسبته ١٠٠ رطل للياردة المكعبة ، وقد يزيد الأسياخ كلها تجنح من نهايتها الركوب لا يقل عن ٥٠ مرة قطر السليخ — الأسياخ في الوجه الخلفى تمتد في السقف — يمنع تكسيح الحديد عند الأطراف — يوصل الحديد بالأرض لمنع التداخل في أجهزة اللاسلكى .

#### المدرسة الانجليزية في التسليح :

حددت المواصفات البريطانية للأسقف الواقية من الخرسانة المسلحة أن يكون التسليح على الصورة الآتية :  
ترك طبقة خرسانة بسمك ٥ سم كغطاء علوى ثم

يلى ذلك الجداول المشار إليها بالترتيب الأوربى . وسوف ينشر بقية البحث في العدد القادم . . . حيث نعرض بعض أمثلة محلولة مطبقاً فيها النظريات السابقة محاولين في بداية المقال تلخيص المعادلات الرياضية مجمعة مرة أخرى إن شاء الله .



Table 11. Radius of earth — shock damage for various soils

Size of bomb		Steel pipes and cables	Cast iron or concret pipe	Pipes and brick swetrts
Kilograms	Pounds	Feet	Feet	Feet
50	110	15	20	30
250	550	24	30	50
500	1,100	27	35	60
1,000	2,200	34	45	70
1,800	3,960	38	50	90
C	Mines	20	20	40
D		15	15	30
G		38	50	80

## Conversion factors

Type of soil	Factors
Made ground .....	1.3
Clay .....	1.0
Chalk .....	0.9
Sand .....	0.8

Table 12. Minimum ventilation and space requirements for protective structures  
(for each occupant).

Location	Maximum period of occupancy (hours)	Ventilation rate, per person (cubic feet per hour)	Total surface person (square feet) area. per	Floor area per person (square feet)	Volume content per person (cubic feet)
----------	---	--	--	--	---

## Natural ventilation (open outside air) :

Above ground .....	3	Gastight, none	50	6	50
Above ground .....	12		60	6	75
Below ground .....	3		30	6	50
Below ground .....	12		50	6	75
Above or below ground	3		75	6	120
	12		100		350

## Mechanical ventilation

Above ground .....	3	180	40	6	50
Above ground .....	13	450	60	8	50
Above ground .....	12 or more	600 or more	50	10	70
Below ground .....	3	180	25	6	50
Below ground .....	12	450	25	6	30
Below ground .....	12 or more	600 or more	30	8	60

The above figures apply to occupied space only : passageways, sanitary arrangements, entranceways, (air-locks, etc.) and first-aid and decontamination rooms are not included.

Table 10. Required thickness of materials to protect wood against burning by

1 — Kilogram incendiary bombs

Material	No char on wood surface (inches)	No. flaming of deck (inches)
Magnesite — standard (rich) mix .....	5/8	.....
Magnesite — heavy-duty mix with sand .....	7/8	5/8
Slag concrete — 1:7 mix .....	1 3/8	.....
Vermiculite concrete — 1:6 or 1:4 mix .....	1 3/4	.....
Cinder concrete — 1:7 mix .. ..	.....	1 1/8
Haydite concrete — 1:7 mix .....	1 5/8	1 1/8
Gravel concrete — 1:3:4 mix .....	1 5/8	1 1/4
Gravel concrete with asphalt emulsion — 1:1:3:4 mix .....	1 3/4	1 1/4
Sand concrete — 1:6 mix .....	1 3/4	1 1/4
Gypsum and cement slab, at least 3/4-inch gypsum .....	1 1/4	.....
Marinite — cement asbestos board .....	1 1/8	5/8
Trancell — cement asbestos board .....	1	.....
1/4-inch asbestos millboard under 1/4-inch cement asbestos board .....	.....	1/2
Marine sheathing .....	.....	7/8
Loose sand not cratered by bomb .....	2	.....
Loose sand cratered 1 1/2 inches by bomb .....	.....	2
Loose clayey earth cratered 1 inch by bomb .....	.....	2

Table 9. Minimum thicknesses of materials which will prevent perforation by  
1 — Kilogram incendiary bombs

Material	Thickness (inches)	Weight per square foot (pounds)
Materials independently resistant to perforation :		
Horizontal roof or surface :		
Reinforced concrete, 4,000 psi .....	3 1/2	44
Mild steel plate .....	3/16	7.7
Wood, grade A or B .....	About 6	17
Concrete on 1/8 inch steel plate .....	1	17.6
Pitched roof or surface (approximately 2 on 3) :		
Concrete on 20 - gauge corrugated metal .....	1 1/4 minimum	20.5
Concrete on 24 - gauge corrugated metal .....	1 3/4 minimum	26
Structo-cal, not reinforced 6,600 psi .....	3	24
Gypsum, not reinforced, 3,200 psi .....	3	20
Materials to existing roof or floor (weight of added material shown) :		
Horizontal roof or surface :		
Precast concrete slab on 1 1/4 inch wood sheathing .....	2	25
Brick laid on 1 1/4 inch wood - sheathing .....	1 layer	22
earth or sand (compacted) .....	About 9	75
Pitched roof or surface (approximately 2 on 3) :		
concrete lightly reinforced, 4,000 psi .....	2	25



Table 7. Required thicknesses reinforced concrete walls to resist explosion of typical GP bombs in contact

Size of bomb	Bomb characteristics				Protective thickness		
	Total weight (pounds)	Charge weight (pounds)	W 1/3	Wall exposed to air	Wall buried in earth	outside wall	spaced walls--all buried in earth Inside wall x
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(2)	(8)
100 kg.	220	110	4.8	3 «10»	6 « 9»	5 « 9»	1 «0»
250 kg.	519	286	6.6	5 «3 »	9 « 3»	7 «11»	1 «4»
500. kg.	1,120	484	7.9	6 «4 »	11 « 1»	9 « 6»	1 «6»
1000. kg.	2,200	1,190	10.6	8 «6 »	14 «10»	12 « 9»	1 «6»
1800. kg.	3,900	2,100	12.8	10 «3 »	17 «11»	15 « 4»	2 «0»

Probable minimum structural requirement.

Table 8. Required thicknesses of materials to protect against fragments and blast of bombs of all types at a distance of 40 feet

Size of bomb	Thickness in inches							
	Mild steel	Reinforced concrete	Plain concrete	Reinforced brickwork	Plain brickwork	Precast concrete block	Earth filled crib	Sandbags
100. lb.	1.	10	14	13 1/2	13 1/2	16	20	24
250. lb.	1 1/2	12	16	13 1/2	17	20	24	30
500. lb.	2	12	18	17	21 1/2	24	30	36
1,000. lb.	2 1/2	16	22	21 1/2	25	28	36	42
2,000. lb.	3	20	28	25	28 1/2	32	42	54

Table 6. Approximate maximum penetration effects and proof thicknesses for typical SAP bombs against reinforced concrete  
Velocity = 1,000 feet per second Obliquity = 15° Compresses strength of concrete = 4,000 pounds per square inch

Bomb characteristics					Penetration		Impact and explosion				
(1) bomb Size of	(2) Total weight pounds	(3) Weight of charge	(4) Section alpress pounds per square inch	(5) Diameter (inches)	(6) Normal impact (inches)	(7) 15* (inches) out ityimp- oblique-	(8) Explosion (inches)	(9) Total penetration (inches)	(10) Limit thickness for scabbing (inches)	(11) proof thickness (inches) <sup>1</sup>	(12) Proof thickness w/antiscabbing plates <sup>2</sup>
250. lb.	230	67	2.77	10.3	21.3	17.3	0.9	18.2	47	54	47
250. kg.	528	174	3.2	14.5	27.3	22.1	0.9	23.0	62	71	62
500. kg.	1,190	420	4.96	17.5	41.0	33.2	4.0	37.2	88	101	88
2000. lb.	2,000	600	7.4	18.5	57.9	46.9	9.1	56.0	115	132	115
1400. kg.	3,010	600	7.9	22.0	64.8	52.5	2.0	54.5	121	139	121
4000. lb.	3,587	1,072	7.3	24.5	65.6	53.1	4.2	57.3	130	150	130

(1) 15 percent added to value in column

(2) Same as value in column (10).

Table 5. Maximum horizontal radii of ruptuer for typical  
GP bombs detonating underground (in feet)

Bomb weight (pounds)	Weight of charge (pounds)	Hard rock concrete Masonry	Medium rock (stone)	Soft rock average brick work	Blue clay	loam Sandy clay or gravel	Hard sand soil with vegetation	Soft sand heavy ground	Soft made ground
Timbered Galleries									
100	54	12.5	14.6	16.2	23.4	25.5	28.7	29.4	36.5
250	123	16.5	19.4	21.5	30.9	33.7	38.0	38.9	48.3
500	274	21.5	25.2	27.9	40.2	43.8	49.4	50.5	62.8
1,000	558	27.2	31.8	35.4	50.9	55.5	62.5	64.0	79.5
2,000	1,142	34.5	40.4	44.8	46.6	70.5	79.2	81.3	101.0
Reinforced Concrete Structures									
100	54	8.7	10.2	11.3	16.3	17.8	20.0	20.6	25.7
250	123	11.5	13.0	15.0	21.5	23.5	26.5	27.3	34.0
500	274	15.0	17.5	19.5	28.0	30.6	34.5	35.4	44.2
1,000	558	18.9	22.2	24.7	35.4	38.7	43.6	44.8	56.0
2,000	1,142	24.2	28.2	31.4	45.0	49.1	55.4	57.0	71.1



# Abbreviation and Equivalents

U.S.		British			German	Japanese
AP	Armor - piercing (c/w about 15 percent)	AP	SD or PC	AP	SD or PC	AP
SAP	Semi-armor - piercing (c/w about 30 percent)	GP	SD	SAP	SD	SAP
GP	General purpose (c/w about 50 percent)	MC	SC	GP	SC	GP
LC	Light case (c/w about 75 percent)	HC	Mine	LC	Mine	LC
F	Fragmentation	F	Anti. personnel	Anti. personnel	Anti. personnel	Anti. personnel
FC	Fragmentation cluster					
	PC = Armor - piercing - Rocket propulsion		MC = Medium capacity			
	SD = Sprengdickenwand		HC = High capacity			
	SC = Sprengcylindrish					

Table 2. Values of «Y» — Square root of compressive strength of concrete

Compressive strength of concrete (pounds per square inch)	Value of «Y» (S1/2)
1500	38.7
2000	44.7
2500	50.0
3000	54.8
3500	59.1
4000	63.2
5000	70.7
6000	77.5

Table 3. Values of «K» for various materials (to be used in formula (2)).

Material	«K»
Limestone	0.8
Good stonework	1.7
Good brickwork	3.0
Sand and gravel	6.3
Sandy loam	7.6
Loam	9.0
Clay loam	10.5
Clay	12.5

Table 4. Values of «F»

Material	«F»
Hard rock	3.29
Reinforced concrete	3.30
Medium rock	3.87
Soft rock	4.29
Blue clay	6.18
Loam	6.67
Gravel	6.83
Har sand	7.59
Soft sand	7.85
Heavy made ground	7.73
Soft made ground	9.66

Cont. Table 1. Characteristics of typical aircraft bombs

Designation and U.S. classification	Total weight (lb.)	Weight of explosives (lb.)	Charge/weight ratio (percent)	Maximum diameter (in)	Sectional pressure (psi)
German					
AP 500. kg. P.C.	1100	220	20	15.6	5.76
1000. kg. P.C.	2200	308	14	19.8	7.18
1000. kg. P.C.	2240	319	14	19.8	7.28
1400. kg. P.C.	3080	600	21	21.9	8.19
1400. kg. S.D.	3010	660	22	22.0	7.90
SAP 50. kg. S.D.	113	36	32	8.0	2.25
250. kg. S.D.	528	174	33	14.5	3.2
500. kg. S.D.	1190	420	35	17.5	4.96
GP 50. kg. S.C.	113	54	48	8.0	2.3
100. kg. S.C.	220	110	50	10.0	2.82
250. kg. S.C.	519	286	55	14.5	3.15
500. kg. S.C.	1120	484	43	18.5	4.18
1000. kg. S.C.	2200	1190	54	26.2	4.07
1200. kg. S.C.	2640	1590	60	26.2	4.91
1730. kg. S.C.	3810	1600	42	25.5	7.48
1800. kg. S.C.	3900	2100	54	25.9	7.4
LC 2500. kg. S.C.	5500	.....	Excessive (80 ?)	30.31	7.8
F 12. kg. S.C.	26	2	8	3.25	3.13
30-35. kg. S.Be.	66/77	15	21	7.0	1.84
Parachute mine 500. kg.	«D» 1100	675	58	26	.....
Parachute mine 1000. kg.	«C» 2200	1536	70	26	.....
Bomb / Mine 1000. kg.	«G» 2200	1615	73	25.5	.....
AP 250. kg.	1650	64	4	16.1	8.1
SAP 750. kg.	540	133	25	11.5	2.24
GP 30. kg.	66	26	39	5.87	2.43
60. kg.	124	50	41	7.85	2.58
100. kg.	220	100	45	9.5	3.1
250. kg.	506	182	36	12	4.48
500. kg.	1063	.....	.....	14.5	6.45
800. kg.	1820	770	41.7	17.5	7.6
F 15. kg.	33	9.7	29	3.87	2.80
40. kg.	88	.....	.....	7.6	1.94

Table 1. Characteristics of typical aircraft bombs

Designation and U.S. classification	Total weight (lb.)	Weight of explosives (lb.)	Charge/weight ratio (percent)	Maximum diameter (in)	Sectional pressure (psi)
American					
AP 600.lb. 1000.lb. 1600.lb.	634 1078 1590	34 58 228	5.4 5.4 14	10.47 12.25 14.0	7.47 9.1 10.3
SAP 500.lb. 1000.lb. 2000.lb.	507 998 2040	150 312 556	30 31 27	11.8 15.1 18.7	4.64 5.58 7.43
GP 100.lb. 250.lb. 500.lb. 1000.lb. 2000.lb.	111 258 520 1017 2090	57 125 267 547 1096	51 48 51 54 53	8.2 10.9 14.2 18.8 23.3	2.10 2.76 3.28 3.66 4.90
LC 4000.lb.	4352	3350	77	34.25	4.72
F 4.lb. 20.lb. 23.lb. 30.lb. 90.lb. 260.lb.	3.2 19.8 24.7 36.2 86 261	.47 2.7 2.7 4.6 11 34	17 13 11 13 13 13	3.0 3.6 3.6 4.2 6.2 8.1	..... 1.94 ..... 2.61 3.04 5.07
FC 100.lb. 500.lb.	167 .....	..... .....	..... .....	8.0 14.0	..... .....
AP 250.lb. 500.lb. 2000.lb.	245 490 1934	British 42 89 166	17 18 9	9.2 11.5 13.5	3.7 4.75 13.5
SAP 250.lb. 500.lb. 1000.lb. 1900.lb. 4000.lb.	230 470 1072 1785 3587	67 143 357 470 1072	29 30 33 26 30	10.3 13.0 16.2 18.5 24.5	2.77 3.56 5.2 6.66 7.63
GP 500.lb. 1000.lb.	447 1021	224 475	50 47	12.9 17.5	3.4 4.27
LC 2000.lb. 4000.lb. 8000.lb. 12000.lb.	1842 3944 7860 11800	1340 2960 5361 7800	73 75 68 66	18.5 30.0 38.0 38.0	6.85 5.58 6.13 10.4
F 20.lb.	20	3	15	3.9	1.67



# AL NASR COMPANY

## FOR MANUFACTURING COKE AND CHEMICALS

El-Tabbin, Helwan - U.A.R.

**PRODUCER OF INDUSTRIAL AND FINE CHEMICALS, ALSO COAL-TAR PRODUCTS**

I T E M	SPECIFICATIONS	U S E S	Price/Kg. Bulk L.Eg.
Antimoth C <sub>2</sub>	A light brown water-clear non-inflammable liquid.	Impregnating agent in the permanent protection of wool, furs, hair against the attack of moth and other keralin digesting insects.	3.000
Benzyl chloride	High degree of purity.	Synthesis of perfumes, drugs, and cosmetics.	4.000
Corrin (Pickling Inhibitor)	A Yellowish, water-clear liquid.	Inhibitor in acid-pickling of steel. Chemical remover of scales from boiler-house systems.	2.000
Cresylic acid	A light brown water-clear liquid, according to B.S.S.	Carbon removal from engines Wire-enamel solvent Plastics Disinfectant.	0.300
Fungicide C <sub>1</sub> on basis of polynitro-phenols	A yellow, wet. solid. Readily soluble in hot water.	Protects textiles, felt and leather against the attack of mildew and other micro-organisms during storage. Preservation of wood especially for railroad ties.	1.000
Germicide C <sub>1</sub>	A light-violet coloured liquid.	In tanneries. Prevention of mildew on leather, and cotton and cardage. Preservation of wood especially for rail road ties.	0.500
Halowax C <sub>1</sub>	Orange-coloured non inflammable wax m. p. 120 - 125 °C.	Substitute for carnauba wax. Fire retard-ing paints. Sealing compounds. Impreg-nation of paper capacitors. Wood preservative.	1.000
Mastico C <sub>1</sub>	Penetration Number 10 - 20 softening point (r. & h.): 60 °C.	Joint box compound. Electric insulation. Wrapping of cables.	0.150
Nadiclor C <sub>1</sub>	Containing refined Naphthaline and P-dichloro-benzine.	Anti-moth balls. Deodoriser in W.C.	0.500
Phenothiazine	Yellowish crystals m.p. 177 - 178 °C.	Vermicide in veterinary medicine.	4.000
Resin C <sub>1</sub>	Yellowish powder m.p. 90 °C.	Binder for foundry sand in shell moulding.	0.800
Xylenol	A light brown, water clear liquid. Boiling range 210 - 235 °C	Disinfectants. Plastics.	0.500

For more information and free brochure contact :

Sales Department : EL-TABBIN HELWAN - U.A.R.

or call phone : 39954 - 38271 — P.O.B. 1493 Cairo - U.A.R.

The USSR steel industry has acquired the great experience in operating the commercial plants for continuous casting of carbon and alloy steels into slabs and billets of both small and large sizes from the ladles of up to 300 tons capacity.

The studies of the commercial plant operations and the continuous casting process itself give the preference at present to the use of the vertical casting plants. The continuous casting of steel on the vertical plants into up to 400 x 400 mm billets and into slabs up to 1850 mm and more wide from the ladles of over 300 tons capacity is a most advanced casting method which ensure the stable metallurgical cycle, high quality of cast billets and finished products derived from them, high technical and economical efficiency and will create the conditions for complete elimination of the blooming and slabbing mills from the metallurgical cycle.



## شركة مصانع الدلتا للصلب

إدارة شركات المؤسسة المصرية العامة للصناعات المعدنية

المركز الرئيسي والمصانع : مسطرد - القليوبية  
تليفون : ٨٧١٨٧٠ - ٨٧١٨٧١ - ٨٧١٨٧٧  
إدارة المبيعات والمخازن : ٤٤ شارع السبئية - القاهرة  
تليفون : ٨٣٢٩ هـ  
مكتب القاهرة : ١٨ شارع جاد الدين ب : ٤٣٣٤٩  
العنوان التلفزيوني : دليل القاهرة

### المنتجات الرئيسية

- مديد تسليح ٥٤ عالمي المقاومة
- أسياخ صلب كربون للأغراض الهندسية
- أسياخ صلب عدة كربون
- لفائف حديد فائقة للسحب على البارد
- أسلاك صلب مسجوبة على البارد عادية وقائمة
- أسياخ صلب مسجوبة على البارد معيرة ولايفة
- مسبوكات صلب كربون ورسباتك
- صمامات بوابة صلب بأجزاء داخلية ١٣ كروم
- كراسي محاور صلب لرباط السكة الحديد
- مسبوكات زهر رماد حديد ورسباتك
- صلب زهر بالهواء لمركبات دوتن
- حواسيب زهر صلب



## Misr Hotels Company

**Your**



**to gracious hospitality  
in Egypt.**

**In Cairo :**

- 1 - **CLEOPATRA PALACE HOTEL**  
Address : Tahrir Square  
Phone : 70420  
Tel. Address : CLEOTEL.
- 2 - **HOTEL CONTINENTAL - SAVOY**  
Address : Opera Square  
Phone : 911322  
Tel. Address : CONTINENTAL.
- 3 - **HOTEL COSMOPOLITAN**  
Address : Ibn Talab Street  
Phone : 29226  
Cable : COSMOTEL.

**In Luxor :**

**SAVOY HOTEL**  
Tel. Address : SAVOY HOTEL  
Phone : Luxor 2405

Sales Promotion & Public Relations  
Department, 7 Talat Harb Str.  
Phone 25270 - CAIRO, Egypt.



## MODERN DEVELOPMENTS IN CONTINUOUS STEEL CASTING

The continuous steel casting had won its place in the steel industry after it had been refined to the extent ensuring stable steel production in high quality cast billets.

In the Soviet Union the development of the continuous steel casting was preceded by thorough research work with an end to design the casting plants and their principal units, ensure the balanced process and obtain high quality cast billets.

On the basis of this research work the vertical continuous steel casting plants had been designed, built and put into operation for production of both billets and slabs in industrial scale.

The Soviet Union holds the first place in the world both in total output and in production capacity of individual continuous casting plants.

According to the estimates of engineering organisations the continuous steel casting plants replacing the slabbing mill at a big steelworks would allow to raise the labour productivity in the steelmaking shops and in the rolling mills by 7-9 per cent and reduce the manufacturing cost of cast slabs by approximately 8% as compared to that of the rolled ones. The increased yield of rolled products from the cast slabs makes it possible to reduce by 1 million tons the production of steel against that required for rolling the products from the rolled slabs.

The major emphasis in designing new industrial casting plants is placed upon better performances and higher reliability of all the parts of equipment, shorter time for setting up and changing the profile of cast billets, wider mechanisation and automation and better working conditions for the personnel during the casting operation and repairs of the equipment. The mechanisms have been already developed for rapid changing of the tandishes and the automatic system of stopper control which provides for a possibility to

conduct the process without any manual labour.

Besides, the universal moulds and dummy bars have been designed, a minimum number of which ensures casting of a wide range of slab sizes. There are rapidly detachable collectors on the moulds of all types through which water and lubricants are supplied. This arrangement reduces considerably the time for mould changing. While with the old plants now in operation the slab size changing takes about 3-4 hours, with the new plants the mould is changed in 20-30 min and the whole operation of size changing lasts about 60 min. The design of the secondary cooling system and pinch rolls with hydraulic pressing offers rapid changing of sizes.

The developed secondary cooling system assures flexible control and uniform spraying of water over the ingot.

With a view to facilitate the construction of the continuous steel casting plants the equipment for them is being extensively standardized.

According to the estimates the continuous casting of billets for steel sections can also gain great technical and economical advantages.

Elimination of the blooming mill and continuous billet mill at a large steelworks on account of construction of the plants for steel continuous casting in small size square billets would entail essential reduction in capital expenditures and operating costs.

In the years to come in the Soviet Union the most powerful in the world industrial continuous steel casting plants will be put into operation. The multi-strand machines will be extensively developed for casting steel in small and medium size billets.

The continuous casting practice is gaining new fields in the production of tubes, consumed electrodes, etc.



## KERAMSITE-MAKING PLANTS

Keramsite is an artificial porous filler used in the production of keramsite concrete. Keramsite concrete is the principal kind of light weight concrete widely used in the manufacture of wall panels. Thus, in 1968 the industry of the USSR has manufactured about 6 million cu.m of prefabricated reinforced-concrete elements from keramsite, which amount approx. to 60% of the total quantity of wall panels produced in the country. Keramsite-making is one of the rapidly developing branches of the building-material manufacturing industry. This can be illustrated by the following figures: the total amount of keramsite produced in the USSR in 1965 was 6.2 million cu.m as against 8.1 million cu.m in 1967. In 1968 as many as 126 keramsite-making plants were in operation in the USSR, their total output amounting to more than 9 million cu.m of keramsite. The next several years to come will see a further increase in the rate of keramsite production.

It has been established on the basis of research data that the employment of lightweight aggregate concrete, including keramsite concrete, gives a great economic effect. In modern construction the employment of keramsite as a concrete filler ensures a reduction of weight of building by 30-40%, reduces labour consumption by 20%, transportation costs by 30-40%, and general cost of construction by 6-10%. Besides, the ratio of prefabrication of the structural elements increases to 60%, while specific consumption of concrete is greatly reduced.

### *Brief Characteristic of Keramsite:*

Keramsite is a porous building material made by processing natural raw material (clay). Keramsite is produced by swelling natural raw materials, such as clay, clay shales, loam and other rocks comprising the components which ensure the production of highly porous material as a result of calcination. The desired high quality of keramsite depends upon the chemical and mineralogical composition of raw materials, which can be controlled by introducing organic additives or coating the granules with powdered additives in the process of manufacture. The volume-

weight of keramsite is 300 to 600 kg/m<sup>3</sup>, its grain size being 0 to 40 mm, and mean compression strength about 25-30 kg/cm<sup>2</sup>.

In accordance with the kind and quality of the raw material used, different methods of raw material preparation can be employed, namely, the plastic, wet and dry methods. The most widely used method is that of plastic preparation, and more than 95% of keramsite produced in the USSR is made by this particular method. The dry method is used when dealing with hard clay, in particular, clay shales. The wet method (clay slip method) is resorted to when using two more different kinds of clay, or clay with a high moisture content.

Keramsite is used in housing, industrial, rural and transport construction, in the erection of long-span bridges, and in other kinds of constructions. Employment of structural elements made from keramsite brings about a telling improvement of thermotechnical and acoustic characteristics of the buildings, ensures an important reduction of their weight, provides an effective solution to the problem of construction of complicated-shape and multistorey buildings, as well as of construction in seismic regions.

The Soviet machine-engineering industry has mastered series manufacture of keramsite-making equipment. In the nearest future the rate of supply of this kind of equipment will be greatly increased. For example, standardized keramiste-making equipment lines with a rated capacity of 100,200 and more cu.m of keramsite per year will be made available. These production lines will ensure a fully mechanized and automated process of production and technological control.

The expenses for the construction of keramsite-making plants are normally repaid within three or four years of operation.

Production of keramsite is a road towards obtaining a low-priced lightweight building material suitable for the manufacture of structural elements and units which are always in great demand in the world's market.

The use of keramiste greatly increases general efficiency of construction. The economic advantages presented by keramsite are obvious and indisputable.

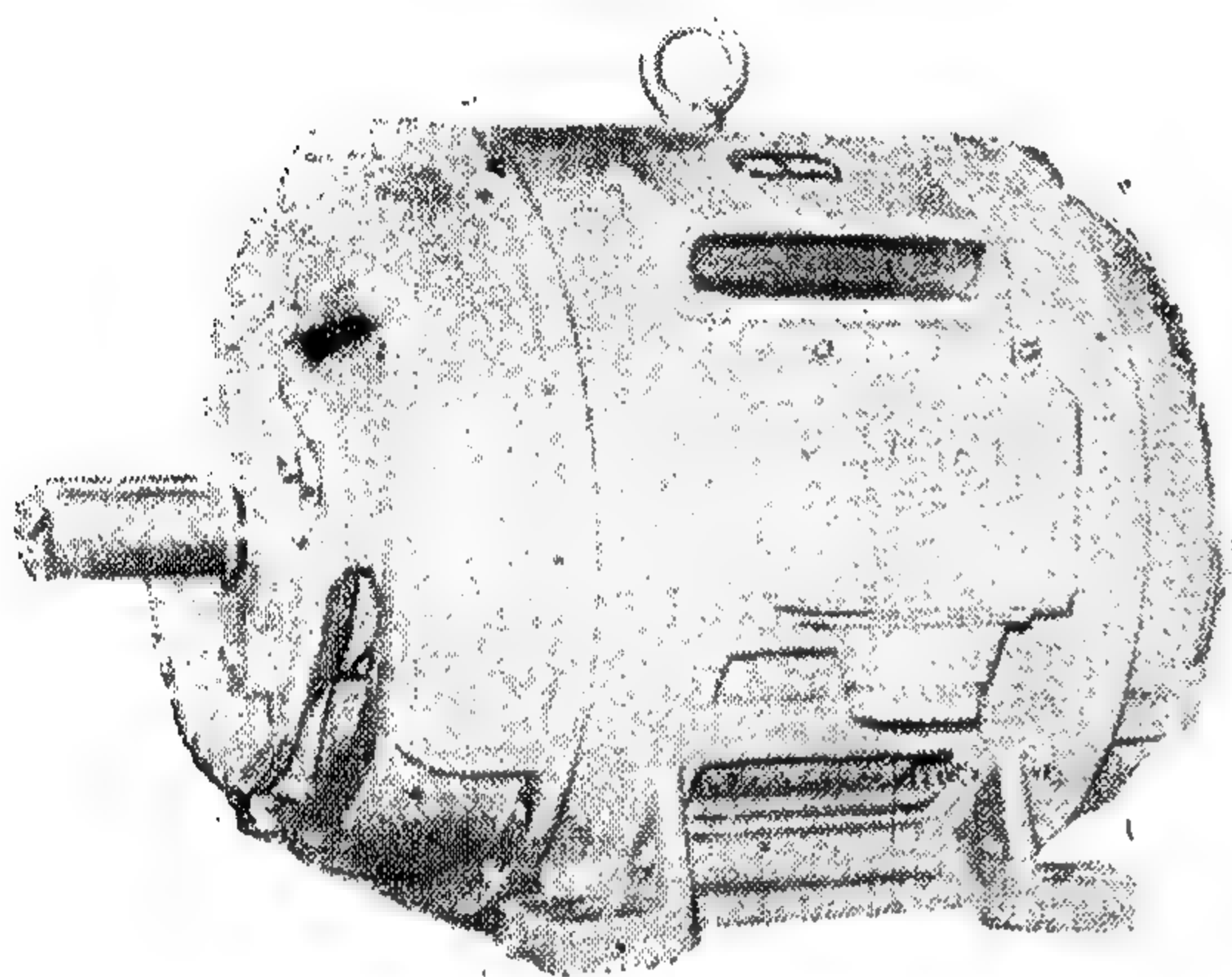


series allows to increase efficiency of ventilation and to reduce the number of blows of the dies.

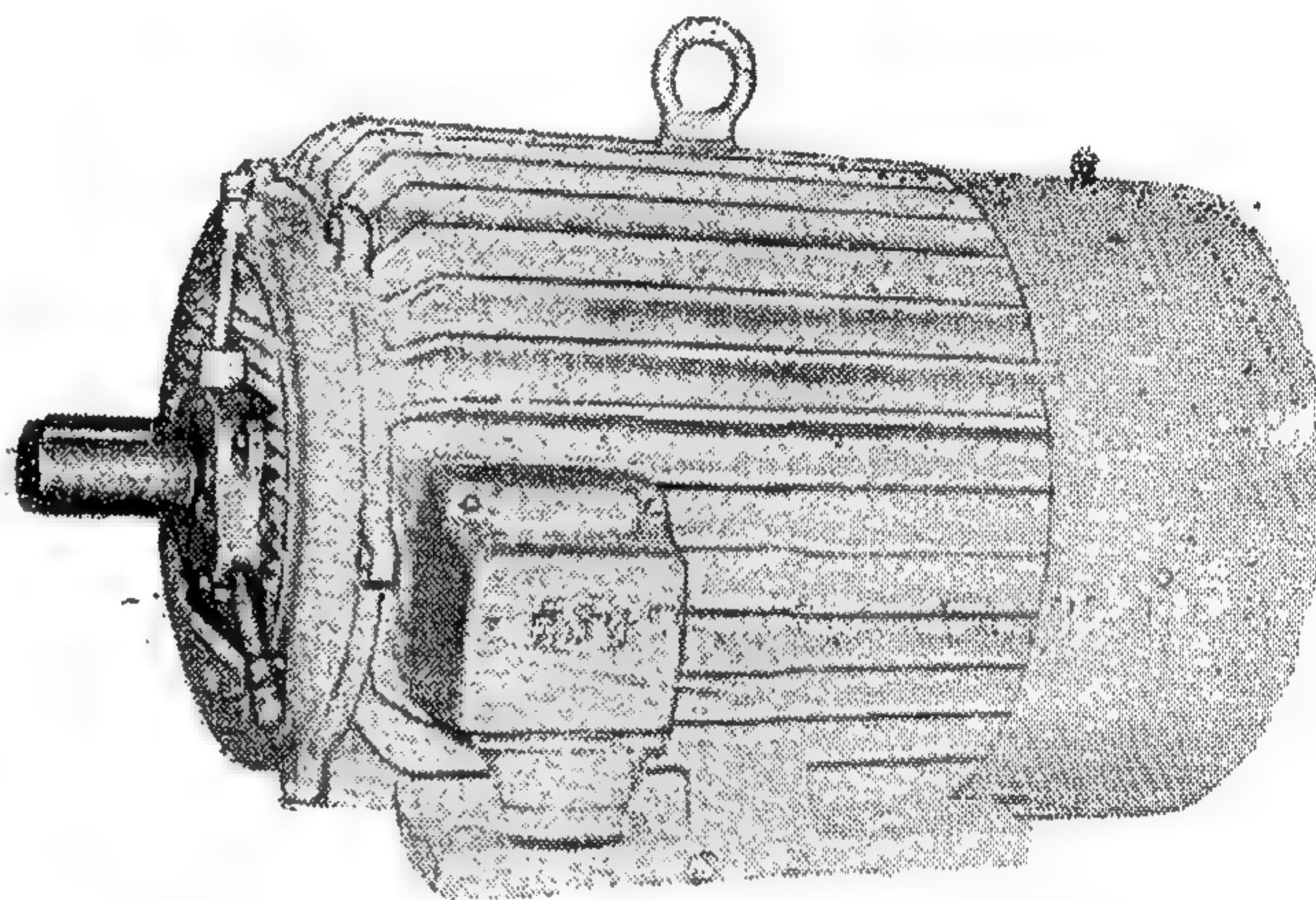
A new compound to envelope sections of the winding has been developed at the works and is introduced to make the winding work less arduous and to improve the heat loss.

The series has been so designed that it is possible to organize a batch production within a short period.

The bearing assemblies designed for replenishment and replacement of lubrication without dismantling have been employed for the new series. The insulating materials used for the new electric motors were close tested first for a long period to determine their life. The model electric motors were subjected to accelerated tests to determine their life. A number of electric motors has been put for an experimental operation under supervision of the reliability test laboratory of the works. The tests and the experimental operation have shown that electric motors of the new series are highly reliable and their life is 18 years.

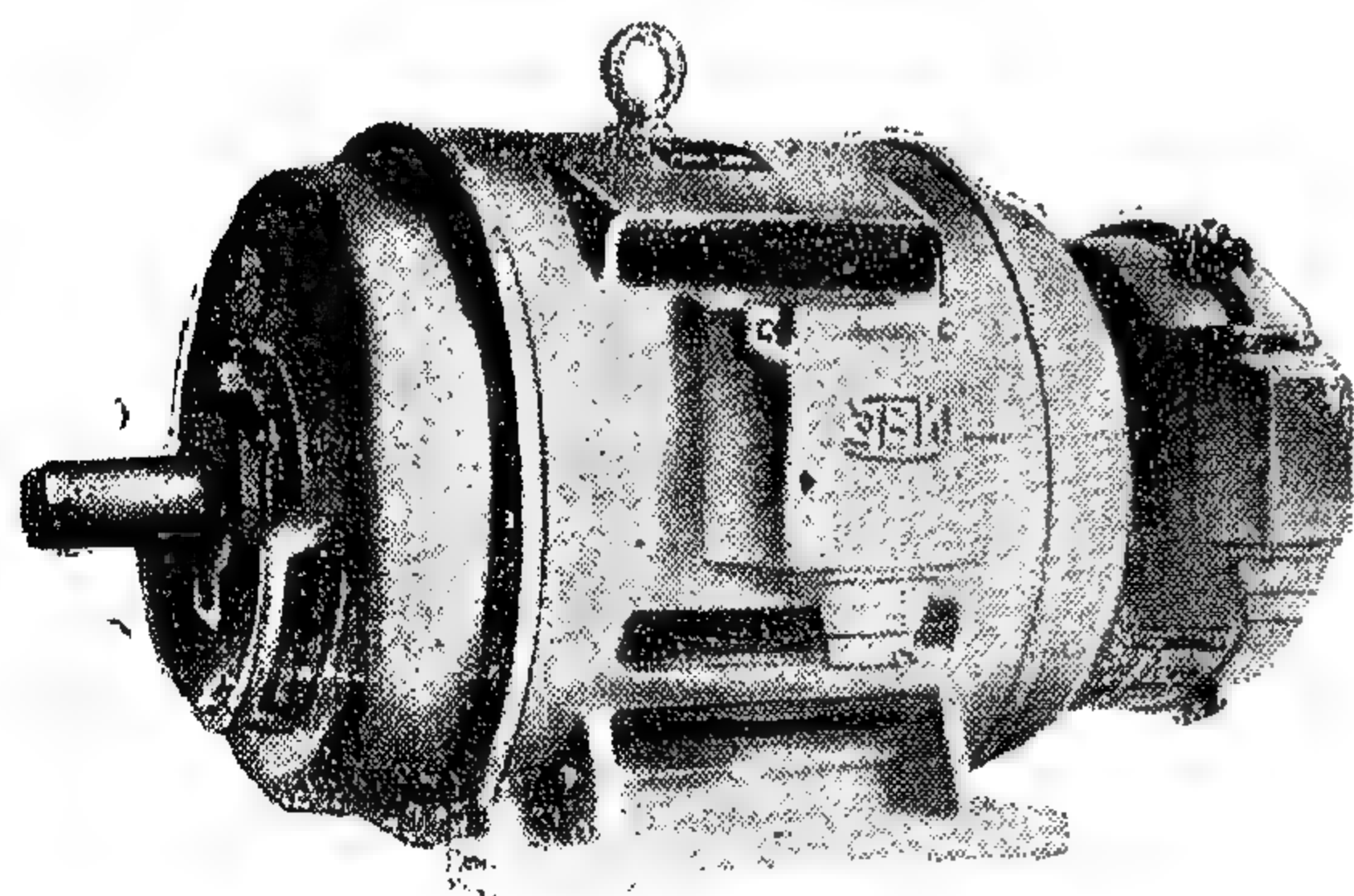


*Fig. 1. Type A3 Electric motor*



*Fig. 3. Type AO3 Electric motor*

Much attention has been also paid in the design of the series to a reliable and convenient operation.



*Fig. 2. Type AK3 Electric motor*

The annual saving due to introduction of the new series at the works of the Soviet Union constitutes over 2.5 mln. roubles. Consumption of copper is reduced on average by 25%, electrical steel by 20% in comparison with the previous series. The total weight is reduced by 20%. All told, 250 tons of copper, 2300 tons of electrical steel will be saved annually with introduction of the new series at the manufacturing works (according to the program of 1968). Along with that, consumption of labour for manufacturing the motors reduces on average by 5%.

The works named after Vladimir Ilyich started the batch production of the new series in 1967.



# A NEW SERIES OF GENERAL PURPOSE INDUCTION MOTORS RATED OVER 100 KW

*By*

V. RADIN

Development of a new series of electric motors rated from 100 kw up to 500 kw was commenced at the Moscow Electromechanical Works named after Vladimir Ilyich (Lenin) in 1964.

Electric motors of types A3, AK3 and AO3 fall into a low voltage group of the new unified series of the general industrial purpose induction motors rated from 100 kw upto 500 kw. They are designed for a continuous operation at the ambient air temperature ranging from  $+ 40^{\circ}\text{C}$  to  $- 20^{\circ}\text{C}$ .

The motors are manufactured for the rated voltage of 220/380 V and 380/660 V and for 50 and 60 cycles. Motors can be also made for 500 V, 240/415 V and 230/400 V for 50 cycles on request of the purchaser.

The series has been worked out for three centre mounting heights, i.e. 315, 355 and 400 mm and it has two lengths for each height.

Type "A" motors are splash-proof (IR-22/23 according to IEC classification) and type "AO" are totally-enclosed ventilated frame motors (IR-44 according to IEC classification).

Both squirrel-cage motors (A3, AO3) and slip-ring motors (AK3, AOK3) have been designed.

The series as a whole comprises 132 basic models (without versions).

The range of outputs, mounting size and marking of all the models of the new series comply with the recommendations of the International Electrotechnical Commission. As

to the weight and power factors motors of the new series comply with the stringent requirements of the world standards.

The insulating systems with modern electric insulating materials were developed for the new series of motors as a result of profound research work which had been conducted at the works. Type PETV rectangular enamelled wire (enamelled with the heat-resisting high-strength polyethereal varnish), combined mica-based plastic insulating materials and others are employed in the series. A unique design with the rotor draught ventilation system was employed for the first time in the world for the totally-enclosed electric motors and this allowed to considerably reduce heating of the motors and to improve their weight characteristic.

While designing the new series much attention has been paid to make the design easy to manufacture, and to aesthetics as well.

Modelling of the electric motors allowed even at the stage of preliminary design to obtain a modern aesthetic shape of the motors and an easy production of cast iron which is used for frames, end shields and for some other parts.

An aluminium cast cage is used for the squirrel-cage motors of all the three size of the new series. A highly efficient process of pouring aluminium by vibration which ensures a high labour productivity and a good quality of the cast cage for the rotor has been introduced at the works.

Reduction in length of the active part of the motors in comparison with the previous



The relation between the interaction variable  $\bar{x}$  and the body geometry is given by ;

$$\bar{x} = \frac{\epsilon R_{\infty} l}{\left(\frac{\gamma-1}{2}\right) M_{\infty}^2 \cos \beta} \int_0^s \sqrt{1 + r_b'^2(s)} ds \quad (A-2)$$

where,

$$R_{\infty} l = \frac{\rho_{\infty} U_{\infty} l}{\mu_{\infty}}$$

The initial shock inclination angle  $\beta_c$ , may be calculated from any standard inviscid solution, say Cole's solution<sup>9</sup>;

$$\frac{\tan \beta_c}{\tan \theta_c} = \frac{3\gamma+1}{2(\gamma+1)} + \frac{1}{2M_{\infty}^2 \tan^2 \theta_c} \quad (A-3)$$

#### REFERENCES

1. Probst, R. F. : "Interacting hypersonic laminar boundary layer flow over a cone", Brown University, Div. of Eng., TR-AF-2798-1 (March, 1955).
2. Probst, R. F. and Elliot, E. : "The transverse curvature effect in compressible axially symmetric laminar boundary layer flow", J. Aero-Sci., vol. 28, pp. 208-224 (1956).
3. Cheng, H.K. : "The blunt body problem in hypersonic flow at low Reynolds numbers" Cornell Aero. Lab., Rept. AF-1285-A-10, (June, 1963).
4. Waldron, H. F. : "Viscous hypersonic flow over pointed cones at low Reynolds numbers", AIAA J., Vol. 5, no. 2, Feb., 1967, pp. 208-218.
5. Freeman, N. C., Cash, R. F. and Bedder, D. : "An experimental investigation of asymptotic hypersonic flow", J. Fluid Mech., vol. 18, no. 3 March, 1964, pp. 379-384.
6. Beavers, G.S. : "Shock wave shapes on hypersonic axisymmetric power law bodies", AIAA J., vol. 7, no. 10, (Oct., 1969) pp. 2038-2040.
7. Kubota, T. : "Inviscid hypersonic flow over blunt nosed slender bodies Publication 417, 1957, Graduate Aero Lab., California Institute of Technology.
8. Dorodnytsin, A.A. : Sbornik teoreticheskikh rabot po aerodinamika, Moscow, oborongia, 1957, pp. 116-126.
9. Cole, J. D. : "Newtonian flow theory for slender bodies", J.A.S., vol. 24, no. 6 (June, 1957) pp. 448-455.
10. Wilkinson, D. B. and Harrington, S. A. : "Hypersonic force pressure and heat transfer investigations of sharp and blunt slender cones", Arnold Eng. Develop. center, Rept. TDR-63-177 (August, 1963).
11. Wagdi, M.N. : "Theoretical evaluation of convective heat transfer", Bull., Faculty of Eng., Cairo, Univer., (1965-1966) pp. 355-369.

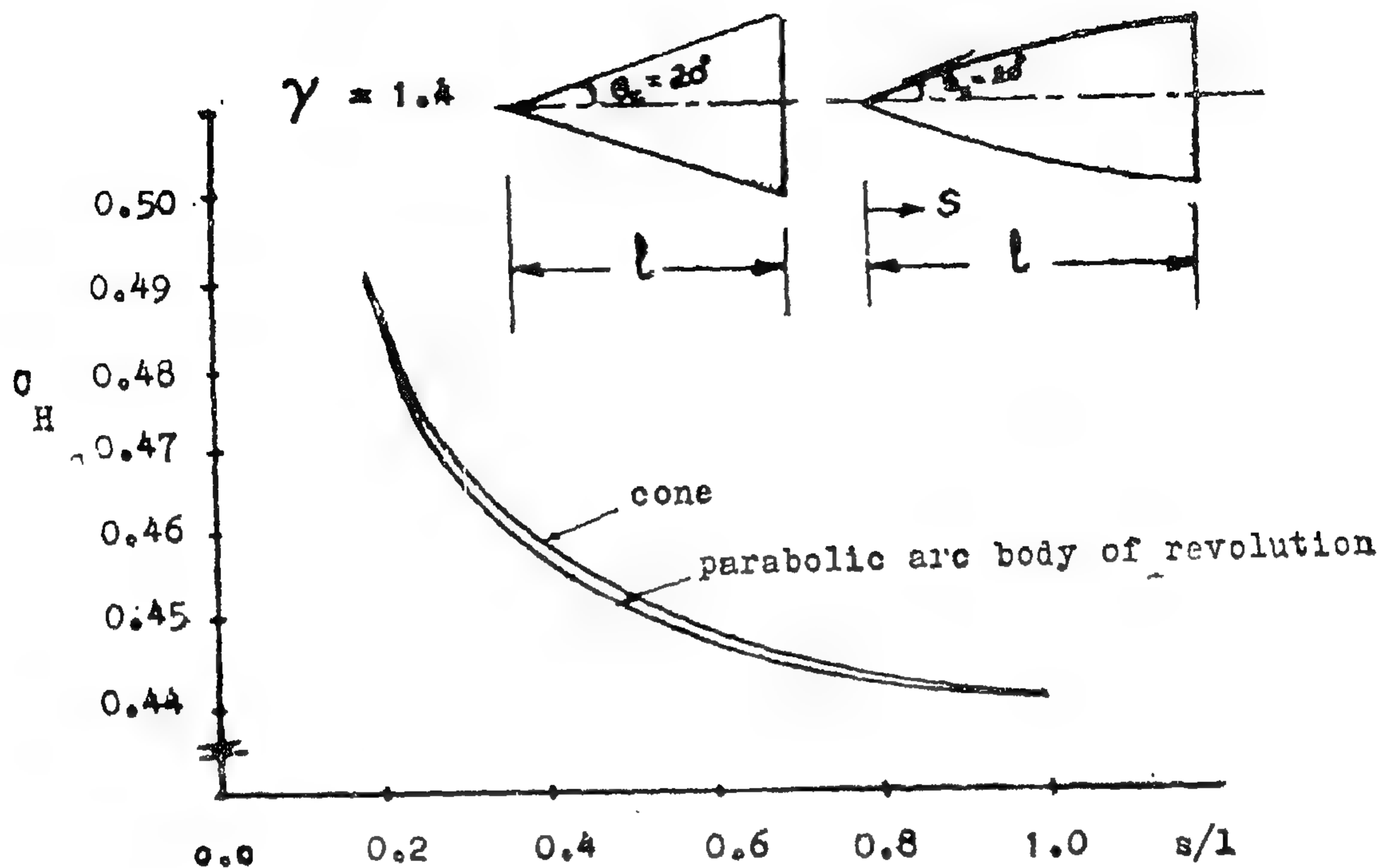


Fig.(4) Comparison between  $q_H$  over a cone and a parabolic arc body of revolution having the same leading edge vertex angle.

This means that the longitudinal shock wave curvature has a minor effect on the body heating.

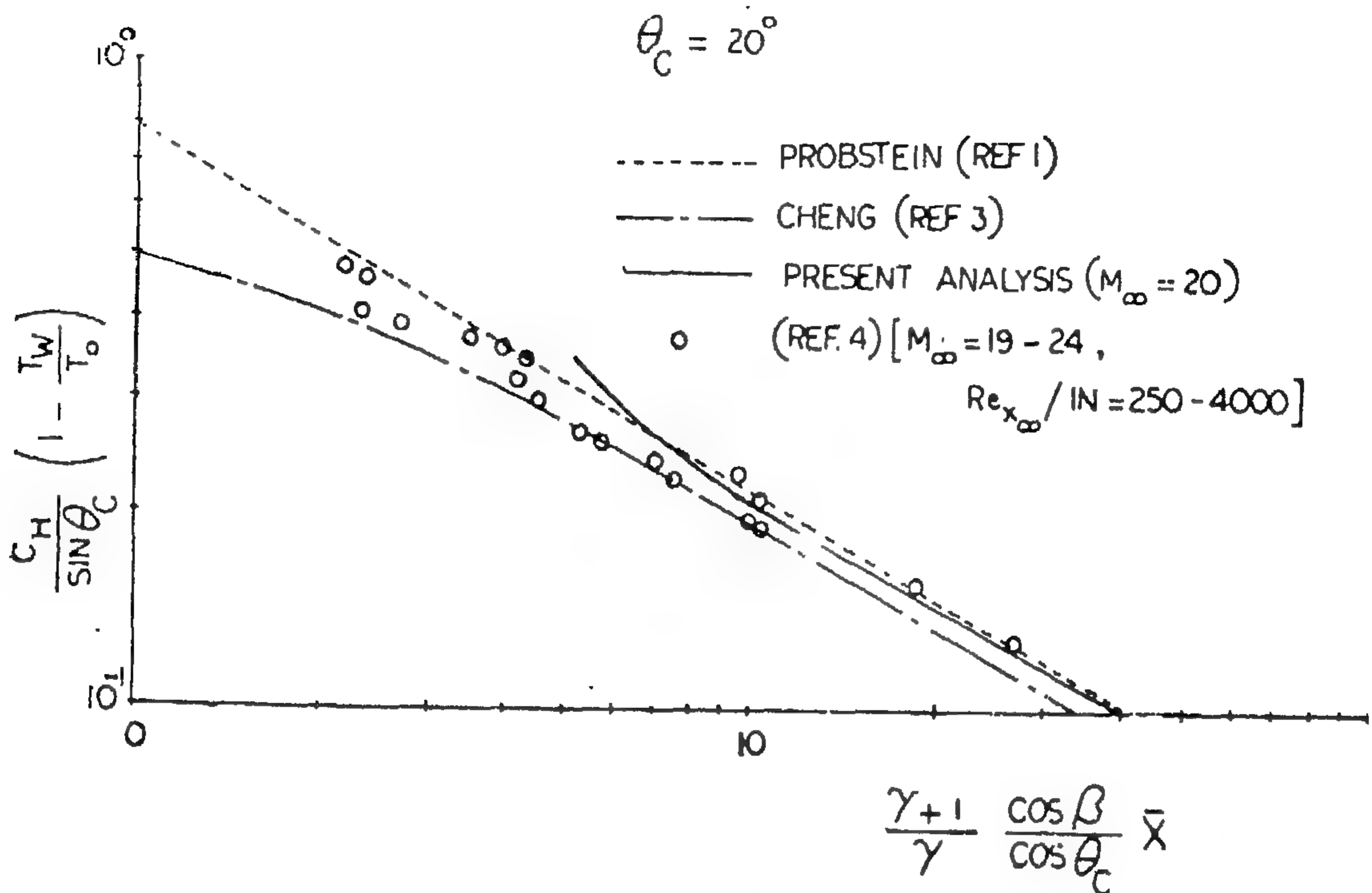
#### VII Appendix

Substituting eqn. (31) into eqn. (30) we get;

$$\cot \beta \frac{d\beta}{ds} = 3\epsilon [1.25 r_b'(s) r_b''(s) + 0.25 r_b r_b'''(s)] \quad (A-1)$$

where in the derivation of the above equation the following inequality has been considered;

$$2 \sin^2 \beta \ll \frac{\gamma+1}{3\epsilon}$$



## VI Conclusion

The present paper is intended for finding out solutions for pressure distribution and heat transfer over arbitrary bodies of revolution in the moderate and high Reynolds number range, for arbitrary values of Prandtl number. The assumptions introduced made the solution rather simple, yet keeping the physical significance of the problem unaltered. The effect of the longitudinal shock curvature (due to longitudinal body curvature) on the Stanton number distribution is shown to be an additional term superimposed on the cone solution. It is seen that the shock curvature term may increase or decrease heating on locations on the body surface according to whether ;

$$\frac{4}{[(\gamma-1)M_\infty^2 \sin^2 \beta + 2] \tan^2 \beta} \gtrless \frac{1 + \frac{T_w}{T_o}}{1 + \frac{T_w}{T_o}}$$

The above inequalities state that near the leading edge, the shock curvature effect reduces the aerodynamic heating to the body surface, while at larger distances from the leading edge (locations where  $\beta$  becomes small, the shock curvature effect increases the heating to the body surface. It is seen from eqn. (43) that the shock curvature cooling effect at the leading edge is small compared to its downstream heating effect (since the shock curvature term is multiplied by  $x$ ). An important conclusion can be drawn from these findings, namely, for curved surfaces bodies of revolution, the longitudinal heat transfer distribution is more uniform than that for cones.

Calculations have shown that Stanton number distribution over parabolic arc body of revolution, Fig. (4) show very small deviations from those obtained for cone having semi-vertex angle equals to the leading edge semi-vertex angle of the parabolic arc body of revolution.



Substituting expressions (41) and (42) into eqn. (40) we get ;

where,

$$C_H = \bar{x} E_0(\beta, \theta, \theta_c, M_\infty, \frac{d\beta}{dx}, \frac{T_w}{T_\infty}) + E_1(\beta, \theta, \theta_c, M_\infty) + \frac{1}{\bar{x}} E_2(\beta, \theta, \theta_c, M_\infty, Pr, \frac{T_w}{T_\infty}) \quad (43)$$

$$E_0 = \frac{\sin(\beta - \theta) \cos \beta}{3 \sin \theta_c} \cdot \frac{r_b \frac{d\beta}{dx}}{\int_0^s \sqrt{1 + \tan^2 \theta} ds} \cdot \frac{(\gamma + 1) M_\infty^2 \sin^2 \beta}{(\gamma - 1) M_\infty^2 \sin^2 \beta + 2} \left[ \left( 1 + \frac{T_w}{2 T_\infty} \right) \cdot \frac{4 \cot \beta}{(\gamma - 1) M_\infty^2 \sin^2 \beta + 2} - \left( 1 + \frac{T_w}{T_\infty} \right) \tan \beta \right] \quad (44-a)$$

$$E_1 = \frac{\sin(\beta - \theta) \cos \beta (1 + \frac{T_w}{T_\infty})}{3 \sin \theta_c} \left[ r_b'(x) \frac{(\gamma + 1) M_\infty^2 \sin^2 \beta}{(\gamma - 1) M_\infty^2 \sin^2 \beta + 2} + \sin \beta \right] + \sin \beta \quad (44-b)$$

$$E_2 = \frac{\epsilon \sin \theta_c}{\sin(\beta - \theta) \cos \beta} \cdot \frac{\int_0^s \sqrt{1 + \tan^2 \theta} ds}{r_b} \left\{ \frac{\sin(\beta - \theta) \cos \theta}{\sin \theta_c} \cdot \left( 1 + \frac{T_w}{T_\infty} \right) \left( 1 - \frac{T_w}{T_\infty} \right) + \left( \frac{1}{Pr} - 1 \right) \left[ 1 - \frac{T_w}{T_\infty} - 2 \cos^2 \beta \right] \right\} \quad (44-c)$$

The contribution of the shock curvature term represented by  $E_0$  to the body heating can be explained as follows :—

The vortex sheets (surfaces) emanating at the shock surface due to the Mach wave-shock wave interaction, act as extra means for heat convection between the body surface

and the shock wave. For straight shocks ( $\frac{d\beta}{dx} = 0$ ),  $E = 0$ , and such additional heat transfer process no more exists.

#### V Heat Transfer to Cones

For cones it is assumed that  $d\beta/dx = 0$ , and hence,  $E_0 = 0$ . The expressions for  $E_1$  and  $E_2$  should be modified in such manner that,  $\theta \rightarrow \theta_c$  and  $\beta \rightarrow \beta_c$ . Evaluation of the Stanton number for any cone is therefore straightforward.

Comparison of  $C_H$  given by the present method, with other methods<sup>2,3</sup> and experiments is shown in Fig. (3).

For non-slender cones ( $\theta_c = 20^\circ$ ) heat transfer results obtained by the present analysis are in good agreement with experiments for values of  $x$  as low as 10. For slender cones ( $\theta_c = 5^\circ$ ) this lower limit of  $x$  moves up to about 50.

The product  $\rho \bar{u} H$  takes the second degree form

$$\bar{\rho} \bar{u} \bar{H} = \bar{\rho}_s(\bar{x}) \bar{u}_s(\bar{x}) \bar{H}_0(\bar{x}) \eta + \bar{\rho}_s(\bar{x}) \bar{u}_s(\bar{x}) [\bar{H}_s(\bar{x}) - \bar{H}_0(\bar{x})] \eta^2 \quad (39)$$

Substituting eqns. (38) and (39) into eqn. (13) and making use of expressions (14-d), (14-f) and (17) we get :—

$$\begin{aligned} \left(1 - \frac{1}{Pr}\right) \frac{\bar{\mu}_0}{Re \sin \beta} \frac{\partial \bar{H}}{\partial \eta} \Big|_0 &= \frac{Re}{3 \sin \beta} \left(1 + \frac{T_w}{2T_{\infty}}\right) \frac{d}{d\bar{x}} (\bar{\rho}_s \bar{H}_s) + \frac{Re}{3 \sin \beta} \left[ \frac{\bar{r}_b'(\bar{x})}{\bar{r}_b} - \tan \beta \frac{d\beta}{d\bar{x}} \right] \\ &\left(1 + \frac{T_w}{T_{\infty}}\right) \left( \frac{\bar{\rho}_s M_{\infty}^2}{2\epsilon} \right) + \frac{g(x) \cos \beta}{\bar{r}_b} \cdot \frac{M_{\infty}^2}{6\epsilon} \left(1 + \frac{T_w}{2T_{\infty}}\right) - \frac{1}{Re \sin \beta} \cdot \frac{g(x) \cos \theta}{\bar{r}_b} \cdot \frac{M_{\infty}^2}{2\epsilon} \left(1 - \frac{T_w}{T_{\infty}}\right) \\ &+ \frac{M_{\infty}^2}{2\epsilon} + \frac{\left(1 - \frac{1}{Pr}\right) M_{\infty}^2}{2\epsilon Re \sin \beta} \left(1 - \frac{T_w}{T_{\infty}}\right) + \left(\frac{1}{Pr} - 1\right) \frac{M_{\infty}^2 \cos^2 \beta}{\epsilon Re \sin \beta} \end{aligned} \quad (40)$$

where assumptions (i), (ii) and (iii) have been used in the derivation of the above equation. The Reynolds number appearing in the above equation,  $Re$ , may be written in terms of the interaction parameter  $\bar{x}$  and the body geometry as :—

$$Re = \frac{\bar{x} \sin(\beta - \theta)}{\epsilon \sec \beta \sin \theta_c} \cdot \frac{\bar{r}_b}{\int_0^{\beta} \sqrt{1 + \tan^2 \theta} d\theta} \quad (41)$$

It was shown<sup>11</sup> that the heat flux to the body surface is more adequately represented by a modified Prandtl number  $Pr^* = (1 - Pr)/Pr$  rather than Prandtl number alone. Based on this fact, the Stanton number may be written in the form :—

$$C_H = \frac{2\epsilon \left(\frac{1}{Pr} - 1\right)}{M_{\infty}^2 Re} \bar{\mu}_0 \frac{\partial \bar{H}}{\partial \eta} \Big|_0 \quad (42)$$

where,

$$A = \frac{2}{\epsilon \sin(\beta_c - \theta_c) \tan \beta_c} \quad (a)$$

$$B = \frac{\epsilon \cos \theta_c}{2M_\infty^2 \sin(\beta_c - \theta_c) \sin \theta_c \sin^2 \beta_c} + \frac{2\epsilon(1 - \frac{T_w}{T_\infty})}{\sin^2(\beta_c - \theta_c) \sin^2 \beta_c} \quad (b) \quad (3.6)$$

$$D = A \left( \frac{2}{\gamma + 1} - \frac{\epsilon}{\gamma M_\infty^2 \sin^2 \beta_c} \right) \quad (c)$$

Eqn. (35) is a first order ordinary differential equation with variable coefficients whose solution is given by :—

$$\bar{p}_0(\bar{x}) = \frac{D}{A} + \left( \frac{B}{A-1} \right) \cdot \frac{1}{\bar{x}} \quad (37)$$

It is clearly seen from the above equation, that the first term on the right hand side represents the inviscid solution while the second term represents the viscous interaction effects. Comparison of eqn. (37) with other methods<sup>2,3</sup> and experiments<sup>4,10</sup> is shown in Fig. (2). Good agreement with experiments are obtained for values of  $\bar{x} > 2.0$ .

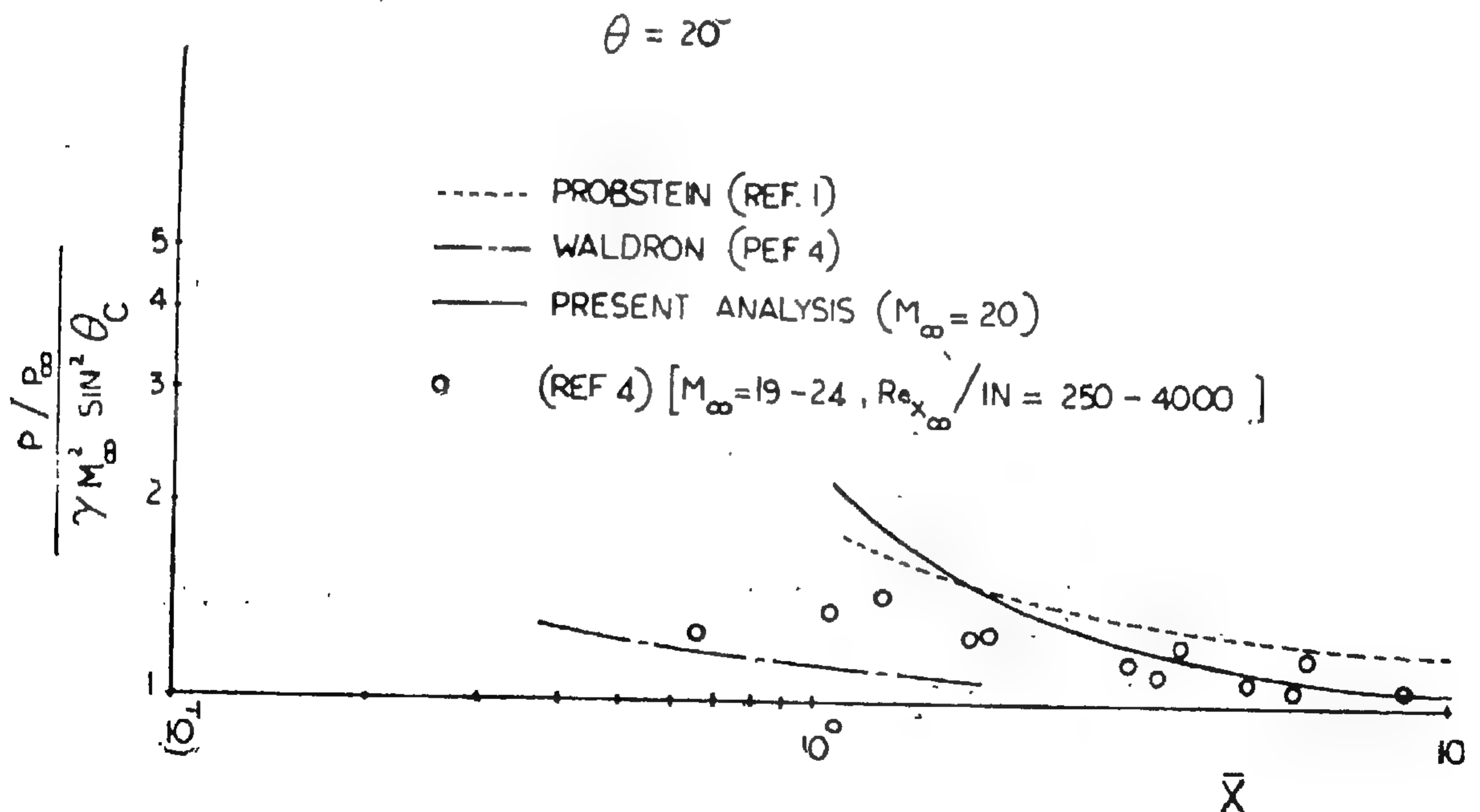


FIG. (2)

#### IV Heat Transfer to Arbitrary Bodies of Revolution

For a linear total enthalpy variation with  $\eta$ ;  $\bar{H}(\bar{x}, \eta) = \bar{H}_0(\bar{x}) + [\bar{H}_s(\bar{x}) - \bar{H}_0(\bar{x})]\eta$  (38)



whose solution ;

$$\beta(s) = \frac{1}{2} \left[ \psi - \sqrt{\psi^2 + 4(I_s - I_b)} \right] \quad (34)$$

where,

$$\psi \equiv \frac{1.333}{0.333 + \frac{2\epsilon}{\gamma+1}} \quad ; \quad I_s \equiv \beta_c^2 \frac{1.333 \beta_c}{0.333 + \frac{2\epsilon}{\gamma+1}}$$

$$I_b \equiv \frac{\epsilon}{0.333 + \frac{2\epsilon}{\gamma+1}} \left[ r_b'^2(s) - r_b'^2(s=0) + \frac{1}{2} r_b(s) r_b''(s) \right]$$

In eqn. (34) the positive sign has been dropped out.

Now we have three equations, (25-a), (29) and (34) in the three unknowns  $p(x)$ ,  $g(x)$  and  $\beta(s)$ . Therefore for an arbitrary body of revolution the pressure distribution can be calculated.

Although eqn. (25-a) is a first order differential equation with variable coefficients, whose class of equations posses a well known closed form solution, yet the present equation, due to the complicated functional forms of the coefficients becomes too difficult to solve analytically, but not formiadable. However eqn. (25-a) can be sloved numerically by one of the standard finite difference schemes, say they Runge-Kutta method, once the functional forms of  $r(x)$ ,  $d\beta/dx(x)$  and  $r(x)$  are known.

In the Appendix, the expression for the shock curvature  $d\beta/dx$  in terms of the interaction parameter  $\bar{x}$  is determined. Also the coordinate system transformation relating  $\bar{x}$  to  $s$  is established, thus defining the body surface equation and the shock inclination angle in terms of  $\bar{x}$ .

To start a numerical solution the initial values  $\bar{p}(\bar{x}=0)$  and  $\bar{p}'(\bar{x}=0)$  should be known apriori. Since the present method is valid only for moderate and high Repnolds number ranges, i.e. for values of  $x$  larger than one, the following approach is used.

For arbitrary body of revolution with pointed leading edge, a small portion of the body up to point  $s_1$  from the leading edge, Fig. (1) will be assumed to have conical forms. From the cone solution presented in the next section), the values of  $\bar{p}_0(\bar{x}_1)$  and  $\bar{p}'_0$  are calculated. Those values are the initial strating point for the numerical scheme. It should be noted here that  $x_1$  is the value of the interaction variable  $x$  corresponding to  $s_1$ , which can be evaluated from eqn. (A-2). The choice of  $\bar{x}_1$  or  $s_1$  depends upon the initial slope of the body surface. From the cone solution (presented in the next section) it is found that the present method gives results which are in good agreement with experiments for values of  $\bar{x}$  as low as 2.0 (for pressure distribution calculations, while the lower bound of  $x$  for heat transfer calculations is different).

### III Pressure Distribution over Cones

For cones in the hypersonic regime, the slight shock wave curvature due to viscos interaction effects may be neglected, and hence eqn. (2-a) reduces to :—

$$\bar{p}'_0(\bar{x}) + \frac{A}{\bar{x}} \bar{p}_0(\bar{x}) = \frac{B}{\bar{x}^2} + \frac{D}{\bar{x}} \quad (35)$$

Experimental observations reported by Freeman, et al<sup>5</sup> and Beavers<sup>6</sup> on the shock shapes over power law bodies of revolution with exponent  $n_b$  in the range  $0 < n_b < 1$ , also data reported by Kubota<sup>7</sup>, show that, when the freestream Mach number is sufficiently large, the shock wave shapes take power law forms with exponent  $n_s$ , where ;

$$n_s = n_b \text{ for } \frac{1}{2} < n_b < 1.0$$

Consequently, for arbitrary bodies of revolution the above relation can be generalized by merely replacing  $\Theta_c$  in the numerator by  $\Theta$ , where  $\Theta$  is the angle between the tangent to the body surface and the axis of symmetry at any station  $x$ , i.e. for arbitrary bodies of revolution we may use the relation;

$$q(x) = r_b(x) \cdot \frac{\sin(\beta - \Theta)}{\sin \Theta_c} \quad (29)$$

Experimental data has shown a very small difference between the experimental shock wave shape (viscous) and that obtained by inviscid theoretical analysis<sup>8</sup>. Accordingly we are going to determine the shock shape in the following manner :—

For the non-viscous case,  $Re \rightarrow \infty$ , and eqn. (25-a) reduces to :—

$$\bar{p}'_0(\bar{x}) = 2 \frac{d\beta}{d\bar{x}} \left[ \frac{\cos \beta}{3\epsilon \sin^3 \beta} - \frac{2}{(\gamma+1)\tan \beta} - \frac{1}{\tan \beta} \bar{p}_0(\bar{x}) \right] \quad (30)$$

Making use of the approximate Busemann relation, we get ;

$$\bar{p}_0(\bar{s}) = \frac{1}{\sin^2 \beta} \left[ r_b'^2(s) + \frac{1}{2} r_b(s) r_b''(s) + \frac{1}{\gamma M_\infty^2} \right] \quad (31)$$

Substituting eqn. (31) into eqn. (30) we obtain after some lengthy but straightforward operations;

$$\frac{2}{3\epsilon} \ln \left( \frac{\sin \beta}{\sin \beta_c} \right) - \frac{2}{\gamma+1} (\sin^2 \beta - \sin^2 \beta_c) = (\tan^2 \theta - \tan^2 \theta_c) + \frac{1}{2} r_b(s) r_b''(s) \quad (32)$$

where  $\beta_c$  is the shock inclination angle at  $x = 0$ , which can be determined from any standard cone solution, for a leading edge semi-vertex angle  $\Theta_c$ .

For values of  $\beta$  as large as  $25^\circ$ , the error by approximating  $\sin \beta$  by  $\beta$  is 3.16%, moreover since  $\beta < 1$ , the logarithmic term in eqn. (32) can be expanded in series up to the second order term only. Taking these into considerations, the transcendental equation for eqn. (32) simplifies to the second order algebraic equation:—

$$\beta^2(s) - \frac{1.333}{0.333 + \frac{2(\gamma-1)}{(\gamma+1)^2}} \beta(s) - \left\{ \beta_c^2 - \frac{1.333 \beta_c}{0.333 + \frac{2(\gamma-1)}{(\gamma+1)^2}} - \frac{\epsilon}{0.333 + \frac{2(\gamma-1)}{(\gamma+1)^2}} \cdot \left[ r_b'^2(s) - r_b'^2(s=0) + \frac{1}{2} r_b(s) r_b''(s) \right] \right\} = 0 \quad (33)$$

As a consequence of the above statement, and due to assumption (i), the pressure field will be represented by ;

$$\bar{p}(\bar{x}, \eta) = \bar{p}_0(\bar{x}, \eta) + [\bar{p}_s(\bar{x}) - \bar{p}_0(\bar{x})]\eta \quad (24)$$

and hence eqn. (23) reads;

$$\begin{aligned} \bar{p}'_0(\bar{x}) + \left( \frac{2}{\tan \beta} \frac{d\beta}{d\bar{x}} + \frac{2 \sin \beta}{\epsilon^2 Re \tan^2 \beta} \right) \bar{p}_0(\bar{x}) = \frac{2}{\epsilon Re^2 \tan^2 \beta} \left[ \frac{\epsilon g(\bar{x}) \cos \theta}{2 r_b(\bar{x}) M_\infty^2} \right. \\ \left. + \left( 1 - \frac{T_w}{T_\infty} \right) \right] + \left( \frac{2 \sin \beta}{\epsilon^2 Re \tan^2 \beta} - \frac{2}{\tan \beta} \frac{d\beta}{d\bar{x}} \right) \bar{p}_s(\bar{x}) - \bar{p}'_s(\bar{x}) + \frac{2 \bar{p}_s \cos \beta}{3 \epsilon \sin^3 \beta} \frac{d\beta}{d\bar{x}} \quad (25) \end{aligned}$$

where the non-dimensional pressure just behind the shock  $\bar{p}_s(\bar{x})$  is determined from the oblique shock relations such as :—

$$\bar{p}_s(\bar{x}) = \frac{2}{\gamma + 1} - \frac{\epsilon}{\gamma M_\infty^2 \sin^2 \beta} \quad (26)$$

and hence ;

$$\bar{p}'_s(\bar{x}) = \frac{2 \epsilon}{\gamma M_\infty^2} \cdot \frac{-\cos \beta}{\sin^3 \beta} \cdot \frac{d\beta}{d\bar{x}} \quad (27)$$

An order of magnitude analysis for arbitrary bodies of revolution shows that ;

$$\text{and} \quad \cot \beta \frac{d\beta}{d\bar{x}} \ll \frac{\sin \beta}{\epsilon^2 Re \tan^2 \beta} \quad ; \quad \frac{\epsilon}{\gamma M_\infty^2} \ll \frac{1}{3 \epsilon}$$

Eqn. (25) thus reduces to :—

$$\begin{aligned} \bar{p}'_0(\bar{x}) + \frac{2 \sin \beta}{\epsilon^2 Re \tan^2 \beta} \bar{p}_0(\bar{x}) = \frac{2}{\epsilon Re^2 \tan^2 \beta} \left[ \frac{\epsilon g(\bar{x}) \cos \theta}{2 r_b(\bar{x}) M_\infty^2} + \left( 1 - \frac{T_w}{T_\infty} \right) \right] \\ + \frac{2 \sin \beta}{\epsilon^2 Re \tan^2 \beta} \left[ \frac{2}{\gamma + 1} - \frac{\epsilon}{\gamma M_\infty^2 \sin^2 \beta} \right] + \frac{2 \bar{p}_s \cos \beta}{3 \epsilon \sin^3 \beta} \frac{d\beta}{d\bar{x}} \quad (25-a) \end{aligned}$$

Eqn. (25-a) has three unknowns, namely,  $\bar{p}_0(\bar{x})$  ;  $g(\bar{x})$  and  $\beta(\bar{x})$ , therefore another two equations are needed, one for  $g(\bar{x})$  and the other for  $\beta(\bar{x})$ .

For cones with conical shock waves, the following geometrical relation may be obtained;

$$g(\bar{x}) = r_b(\bar{x}) \cdot \frac{\sin(\beta - \theta_c)}{\sin \theta_c} \quad (28)$$



In the above equations  $\langle \rangle_0^1$  denotes average value of the quantity between brackets in the range of  $\eta$  from zero to one.

From body geometry we have ;

$$\left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} \right\rangle_0^1 = \frac{\bar{r}_b'(\bar{x})}{2 \bar{r}_b} \left[ 1 + \frac{1}{1 + \frac{\bar{g}(\bar{x})}{\bar{r}_b} \cos \beta} \right] \quad (18)$$

$$\left\langle \ln \bar{r} \right\rangle_0^1 = \frac{1}{2} \left[ \ln \bar{r}_b^2 \left( 1 + \frac{\bar{g}(\bar{x})}{\bar{r}_b} \cos \beta \right) \right] \quad (19)$$

In the hypersonic range, the shock layer is small, and hence ;

$$\frac{\bar{g}(\bar{x})}{\bar{r}_b} \cos \beta \ll 1$$

Expressions (18) and (19) thus reduce to;

$$\left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} \right\rangle_0^1 \approx \frac{\bar{r}_b'(\bar{x})}{\bar{r}_b} \quad (20)$$

$$\left\langle \ln \bar{r} \right\rangle_0^1 \approx \ln \bar{r}_b \quad (21)$$

The problem now has reduced to a solution of three linear ordinary first order differential equations with variable coefficients, namely, eqns. (11), (12) and (13).

## II Pressure Distribution Over Arbitrary Bodies of Revolution :

Eqns. (11), (12) and (13) contain six unknowns, namely,  $F_1$ ,  $F_2$ , .....,  $F_6$ . Since no additional equations can be obtained, therefore, simplifying assumptions have to be introduced.

Examination of expressions (14-a) and (14-c) shows that the two functions  $F_1(\bar{x})$  and  $F_3(\bar{x})$  can be related in the following manner:—

$$F_1(\bar{x}) = F_3(\bar{x}) + Q(\bar{x}) \quad (22)$$

where the function  $Q(\bar{x})$  is zero when the integrands  $(\bar{\rho} \bar{u}^2)$  and  $(\bar{\rho} \bar{u} \bar{v})$  are linear with  $\eta$ . In the hypersonic range, the shock layer is small, i.e.  $g(\bar{x}) \ll 1$  and hence to a reasonable degree of accuracy we can consider both  $(\bar{\rho} \bar{u}^2)$  and  $(\bar{\rho} \bar{u} \bar{v})$  to be linearly dependent on  $\eta$ , and thus  $Q(\bar{x}) = 0$ . Based on this assumption, eqns. (11) and (12) may be combined to give;

$$F_2'(\bar{x}) + \frac{2}{\tan \beta} \frac{dB}{d\bar{x}} F_2(\bar{x}) = \frac{1}{\alpha \tan^2 \beta} \left[ K_1(\bar{x}) - K_2(\bar{x}) + \frac{1}{\sin \beta \cos \beta} \frac{dB}{d\bar{x}} F_1(\bar{x}) \right] \quad (23)$$

where

$$F_1(\bar{x}) = \int_0^1 \bar{p} \bar{u}^2 d\eta \quad (a)$$

$$F_2(\bar{x}) = \int_0^1 \bar{p} d\eta \quad (b)$$

$$F_3(\bar{x}) = \int_0^1 \bar{p} \bar{u} \bar{v} d\eta \quad (c)$$

$$F_4(\bar{x}) = \int_0^1 \bar{p} \bar{u} \bar{H} d\eta \quad (d) \quad (14)$$

$$F_5(\bar{x}) = \int_0^1 \bar{p} \bar{v}^2 d\eta \quad (e)$$

$$F_6(\bar{x}) = \int_0^1 \bar{p} \bar{v} \bar{H} d\eta \quad (f)$$

$$K_1(\bar{x}) = \frac{1}{Re^2} \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta} \right\rangle_0^1 \int_0^1 \bar{\mu} \frac{\partial \bar{u}}{\partial \eta} d\eta - \frac{\sin \beta}{Re} \left[ \bar{p}_s \bar{u}_s \bar{u}_s - \frac{\bar{\mu}_s}{Re \sin \beta} \frac{\partial \bar{u}}{\partial \eta} \right]_s + \frac{\bar{\mu}_0}{Re \sin \beta} \frac{\partial \bar{u}}{\partial \eta} \Big|_0 \quad (15)$$

$$K_2(\bar{x}) = \frac{\sin \beta}{Re} \left\{ \frac{1}{\epsilon} [\bar{p}_0(\bar{x}) - \bar{p}_s(\bar{x})] - \bar{p}_s \bar{v}_s^2 \right\} \quad (16)$$

$$K_3(\bar{x}) = \frac{1}{Re^2} \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta} \right\rangle_0^1 \int_0^1 \bar{\mu} \frac{\partial \bar{H}}{\partial \eta} d\eta - \frac{\sin \beta}{Re} \left[ \bar{p}_s \bar{v}_s \bar{H}_s + \frac{\bar{\mu}_s (1 - \frac{1}{Pr})}{Re \sin \beta} \frac{\partial \bar{H}}{\partial \eta} \right]_s + \left( \frac{1}{Pr} - 1 \right) \frac{\bar{\mu}_s M_\infty^2 \cos^2 \beta}{\epsilon Re \sin \beta} \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \frac{\bar{u}^2}{2} \right) \Big|_s - \frac{\bar{\mu}_0 (1 - \frac{1}{Pr})}{Re \sin \beta} \frac{\partial \bar{H}}{\partial \eta} \Big|_0 \quad (17)$$

Equations (8), (9) and (10) will now be solved subject to the boundary conditions :—

$$\eta = 0 \quad \bar{u} = \bar{v} = 0; \quad \bar{p} = \bar{p}_0(\bar{x}); \quad \bar{r} = \bar{r}_0(\bar{x}); \quad \bar{H} = \bar{H}_0(\bar{x})$$

$$\eta = 1 \quad \bar{u} = \bar{v} = 1; \quad \bar{p} = \bar{p}_s(\bar{x}); \quad \bar{r} = \bar{r}_s(\bar{x}); \quad \bar{H} = \bar{H}_s(\bar{x})$$

The boundary conditions written above imply that the solutions obtained by the present method is strictly applied for moderate and high Reynolds numbers. For low Reynolds numbers (low density conditions) the slip and temperature jump effects at the wall and at the shock wave have to be considered.

Making use of the thin shock assumption, eqns. (8), (9) and (10) are integrated with respect to  $\eta$ , from  $\eta = 0$  to  $\eta = 1$ , thus yields;

$$\begin{aligned} F_1'(\bar{x}) - \left[ 2 \tan \beta \frac{d\beta}{d\bar{x}} - \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} \right\rangle_0^1 \right] F_1(\bar{x}) &= -\epsilon \tan^2 \beta F_2'(\bar{x}) \\ -2\epsilon \tan \beta \frac{d\beta}{d\bar{x}} F_2(\bar{x}) + K_1(\bar{x}) - \frac{\sin \beta}{Re} \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta} \right\rangle_0^1 F_3(\bar{x}) & \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} F_3'(\bar{x}) + \left[ \tan \beta (\cot^2 \beta - 1) \frac{d\beta}{d\bar{x}} + \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} \right\rangle_0^1 \right] F_3(\bar{x}) \\ = K_2(\bar{x}) - \frac{\sin \beta}{Re} \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta} \right\rangle_0^1 F_5(\bar{x}) \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} F_4'(\bar{x}) + \left[ \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} \right\rangle_0^1 - \tan \beta \frac{d\beta}{d\bar{x}} \right] F_4(\bar{x}) &= K_3(\bar{x}) \\ - \frac{\sin \beta}{Re} \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta} \right\rangle_0^1 F_6(\bar{x}) & \end{aligned} \quad (13)$$



Also, introducing the non-dimensional dependent variables  $\bar{u}, \bar{v}, \bar{p}, \bar{\rho}, \bar{\mu}, r$  and  $\bar{H}$ , such as;

$$\bar{u} = \frac{u}{U_\infty \cos \beta} ; \quad \bar{v} = \frac{v}{\epsilon U_\infty \sin \beta} , \quad \bar{p} = \frac{p}{\rho_\infty U_\infty^2 \sin^2 \beta} , \quad \bar{\rho} = \frac{\epsilon \rho}{\rho_\infty}$$

$$\bar{\mu} = \frac{\mu}{\mu_{0\infty}} ; \quad \bar{r} = \frac{\rho_\infty U_\infty r}{\mu_\infty} , \quad \bar{H} = \frac{H}{\epsilon Q_\infty^2}$$

The reference velocities as shown above are so chosen in order that the non-dimensional velocity components  $\bar{u}$  and  $\bar{v}$  become unity at the shock. This will greatly simplify the mathematics, as will be seen later Eqns. (5), (6) and (7) may be written in the non-dimensional form ;

$$\frac{Re}{\sin \beta} \left[ \frac{\partial}{\partial \bar{x}} (\bar{\rho} \bar{u}^2) + \epsilon \tan^2 \beta \frac{\partial \bar{p}}{\partial \bar{x}} + 2 \tan \beta \frac{d\beta}{d\bar{x}} (\epsilon \bar{p} - \bar{\rho} \bar{u}^2) \right]$$

$$+ \frac{\partial}{\partial \bar{\eta}} \left( \bar{\rho} \bar{u} \bar{v} - \frac{\bar{\mu}}{Re \sin \beta} \frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{\eta}} \right) = \frac{Re}{\sin \beta} \bar{\rho} \bar{u}^2 \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} - \left( \bar{\rho} \bar{u} \bar{v} - \frac{\bar{\mu}}{Re \sin \beta} \frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{\eta}} \right) \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{\eta}} \quad (8)$$

$$\frac{Re}{\sin \beta} \frac{\partial}{\partial \bar{x}} (\bar{\rho} \bar{u} \bar{v}) + \frac{Re}{\cos \beta} \bar{\rho} \bar{u} \bar{v} (\cot^2 \beta - 1) \frac{d\beta}{d\bar{x}} + \frac{\partial}{\partial \bar{\eta}} \left( \bar{\rho} \bar{v}^2 + \frac{\bar{p}}{\epsilon} \right)$$

$$= - \frac{Re}{\sin \beta} \bar{\rho} \bar{u} \bar{v} \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} - \bar{\rho} \bar{v}^2 \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{\eta}} \quad (9)$$

$$\frac{Re}{\sin \beta} \frac{\partial}{\partial \bar{x}} (\bar{\rho} \bar{u} \bar{H}) - \frac{Re}{\cos \beta} (\bar{\rho} \bar{u} \bar{H}) \frac{d\beta}{d\bar{x}} + \frac{\partial}{\partial \bar{\eta}} \left[ \bar{\rho} \bar{v} \bar{H} + \frac{(1 - \frac{1}{Pr}) \bar{\mu}}{Re \sin \beta} \frac{\partial \bar{H}}{\partial \bar{\eta}} \right]$$

$$+ \left( \frac{1}{Pr} - 1 \right) \frac{\bar{\mu} M_\infty^2 \cos^2 \beta}{\epsilon Re \sin \beta} \frac{\partial}{\partial \bar{\eta}} \left( \frac{\bar{u}^2}{2} \right) = \left( \frac{\bar{\mu}}{Re \sin \beta} \frac{\partial \bar{H}}{\partial \bar{\eta}} - \bar{\rho} \bar{v} \bar{H} \right) \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{\eta}}$$

$$- \frac{Re}{\sin \beta} (\bar{\rho} \bar{u} \bar{H}) \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} \quad (10)$$

y-momentum

$$\rho u \frac{\partial v}{\partial x} + \rho v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial y} \quad (3)$$

energy

$$\rho u \frac{\partial H}{\partial x} + \rho v \frac{\partial H}{\partial y} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial y} (r \mu \frac{\partial H}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \left( \frac{1}{Pr} - 1 \right) \mu \frac{\partial}{\partial y} \left( H - \frac{u^2}{2} \right) \right] \quad (4)$$

where  $(x, y)$  is a body oriented coordinate system, shown in Fig. (1) In the above system of equations, the transverse momentum equation has been recovered, since in the present case the variation of pressure in the  $y$ -direction is considerable.

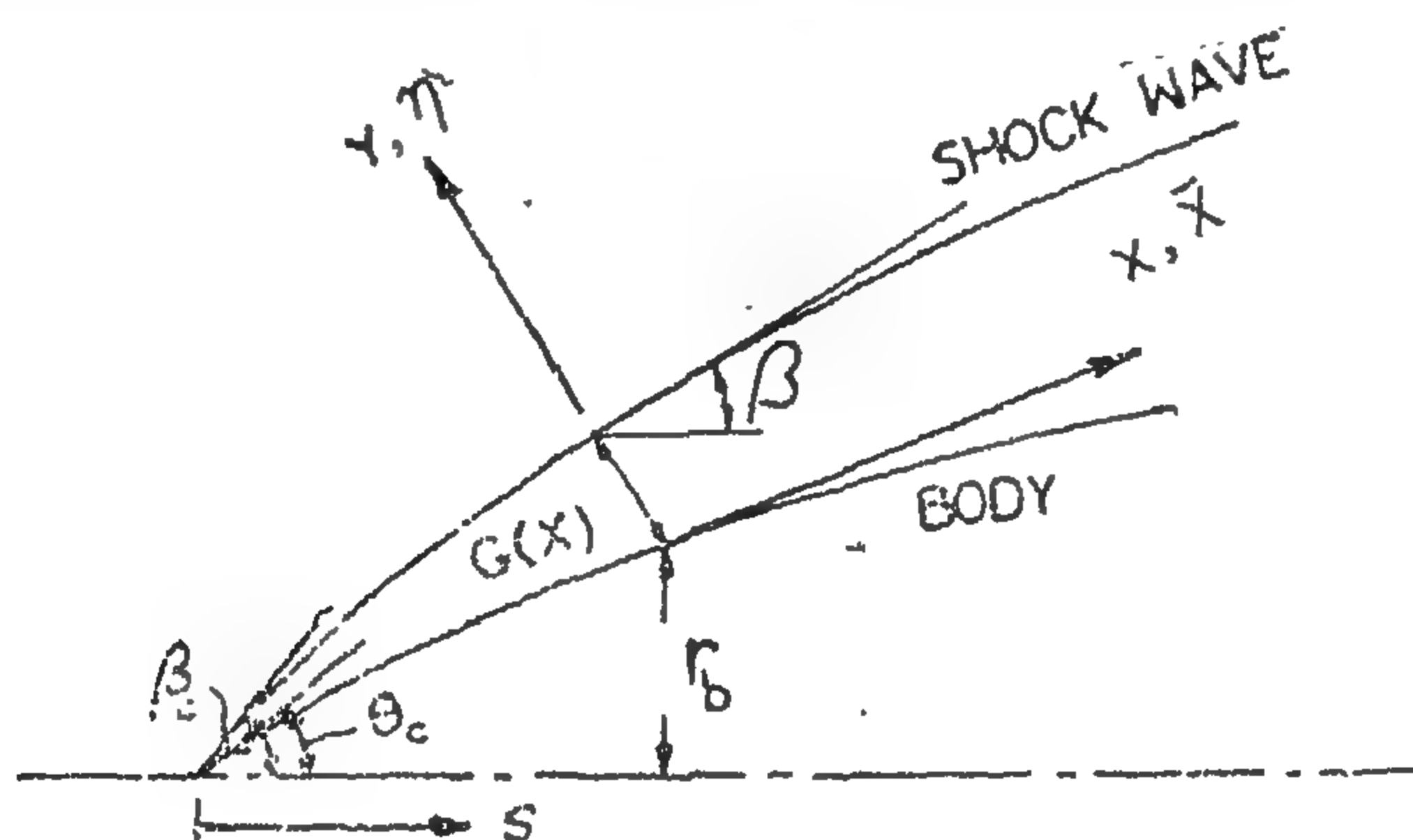


FIG 1 BODY ORIENTED COORDINATE SYSTEM

Making use of eqn. (1), eqns. (2), (3) and (4) may be written in the divergence form ;

$$\frac{\partial}{\partial x} (\rho u^2 + p) + \frac{\partial}{\partial y} (\rho uv - \tau) = \frac{\rho u^2}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial x} - (\rho uv - \tau) \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial y} \quad (5)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} (\rho uv) + \frac{\partial}{\partial y} (\rho v^2 + p) = -\frac{\rho uv}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial x} - \frac{\rho v^2}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial y} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial x} (\rho u H) + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \rho v H + \left( \frac{1}{Pr} - 1 \right) \mu \frac{\partial H}{\partial y} + \left( \frac{1}{Pr} - 1 \right) \mu \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{u^2}{2} \right) \right] \\ & = \left( \mu \frac{\partial H}{\partial y} - \rho v H \right) \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial y} - (\rho u H) \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial x} \end{aligned} \quad (7)$$

Introducing, the non-dimensional independent variables  $\bar{x}$  and  $\eta$ , where;

$$\bar{x} = \frac{\rho_{\infty} u_{\infty} x \sec \beta}{\mu_{\infty}} \quad \eta = \frac{y}{g(x)}$$

mathematical simplifications, in the sense that the flow parameters just behind the shock are not affected by the detail of the shock structure. This concept is actually valid as long as, i—the shock transition zone is sufficiently thin which implies that  $1/Re_\infty \ll 1$ ,  $1/M_\infty^2 \ll 1$  and  $\delta \ll 1$ ; ii—the lateral extent of the disturbed flow region is small compared to a body characteristic length.

The second order boundary layer effects (external vorticity, velocity slip and temperature jump, longitudinal and transverse curvatures) are all present in the hypersonic shock layer around bodies of revolution. These second order effects, except the velocity slip and temperature jump are not independent from each other. There are several mathematical methods of solution that can deal with such problems, of which we mention, local similitude, truncated series, and integral methods. It is our belief that the latter method possesses more generality and accuracy than the other two methods.

In the present analysis an integral method is employed. The velocity slip and temperature jump conditions are relaxed, since, they are of secondary importance in the range of application sought.

Two conditions have to be satisfied in order that the boundary layer equations may give adequate results. Those two conditions

are  $\delta/r_b \ll 1$  and  $\frac{\partial}{\partial x} \ll \frac{\partial}{\partial y}$ . Accordingly,

application of the boundary layer equations in the present problem should yield more accurate results for non-slender bodies than for slender bodies.

Two principle models have been used to solve the present problem, the viscous-inviscid interaction model<sup>1,2</sup> and the viscous layer model<sup>3,4</sup>. The models cited in references (1-4) show that for moderate and high Reynolds numbers, the pressure distribution over cones deviates considerably from experimental results.

## ANALYSIS

### 1. Governing Equations of Motion

In the flow regime where the hypersonic similarity parameter  $M_\infty \theta_\infty$  is of the order of magnitude of unity or larger, the shock layer width (in the lateral direction) becomes very small compared to a body characteristic length. In such case the following assumptions may adequately describe the flow field; (i) the flow parameters  $u, v, p$ , and  $H$  are considered as linear functions of the non-dimensional normal coordinate  $\eta$ , (ii)  $\mu_\infty = 1$ , which states that the coefficient of viscosity just behind the shock equals the free stream stagnation coefficient of viscosity, and (iii) the shock process is considered to be isentropic, i.e.  $H_\infty = H_\infty = M_\infty^2 \infty / 2$ .

Now the equations of motion for axially symmetric flow around bodies of revolution are:—

continuity,

$$\frac{\partial}{\partial x} (\rho u r) + \frac{\partial}{\partial y} (\rho v r) = 0 \quad (1)$$

x-momentum

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial y} (r \mu \frac{\partial u}{\partial y}) \quad (2)$$



## NOMENCLATURE

$a_\infty$	free stream speed of sound	$y$	shock oriented normal coordinate
$C_F$	Stanton number	$\beta$	shock inclination angle
$g(x)$	shock layer thickness measured in body oriented coordinate system	$\Theta$	cone semi-vertex angle
$\bar{H}$	stagnation enthalpy	$\eta$	non-dimensional normal coordinate
$M_\infty$	free stream Mach number	$\varepsilon$	limiting value of density ratio across normal shock
$Pr$	Prandtl number	$\frac{\gamma - 1}{\gamma + 1}$	
$p$	static pressure	$\rho$	density
$Re$	Reynolds number = $\frac{\rho_\infty U_\infty g(x)}{\mu_\infty}$	$\gamma$	specific heat ratio
$r$	distance from axis of symmetry	$\eta$	coefficient of viscosity
$r_1$	distance from axis of symmetry to body surface	$\tau$	shear stress
$r_s$	distance from axis of symmetry to shock surface	<i>Superscripts</i>	
$u$	velocity component in x direction	—	non-dimensional quantities
$v$	velocity component in y or direction	( )	differentiation with respect to quantity between brackets
$x$	non-dimensional shock oriented Co-ordinate.	<i>subscripts</i>	
		o	condition at the body surface
		s	condition just behind the shock surface

## INTRODUCTION

At low and moderate supersonic regimes the distance between the body surface and the shock wave is large. In such case the viscosity influence appears only near the surface, and the shock layer can be considered as composed of two domains : viscous domain (boundary layer) near the wall, and inviscid domain, (between the boundary layer edge and the shock wave). In this case the contribution of the viscous layer to the aerodynamic characteristics of the body is negligible compared to that of the inviscid flow. As the flight Mach number increases, the shock wave comes closer to the body surface, the condition that allows the viscous layer to merge through the shock layer, and hence the viscous-inviscid flow model is no longer valid.

Near the leading edge, Reynolds number is small and thus the flow is in the free molecule domain. Further downstream, the Reyn-

olds number still not large enough and therefore  $\delta/r_1$  is not small. In such conditions the Navier-Stokes equations rather than the boundary layer equations have to be used. However, for bodies with small streamwise

curvature where  $\frac{\delta}{\partial x} \ll \frac{\delta}{\partial y}$ , the boundary layer equations can be utilized.

The domain of applicability of the Navier-Stokes equations extends beyond the continuous flow regime. Their solution, or the solution of their reduced form (boundary layer equations) gives quite accurate results in the moderate Reynolds number range when appropriate boundary conditions that account for velocity slip and temperature jump at the body and the shock surfaces are taken. For hypersonic flow over bodies of revolution the thin shock layer concept introduces considerable

# HYPersonic VISCOUS FLOW OVER BODIES OF REVOLUTION

By

Dr. MOHAMED NABIH WAGDI

*Lecturer, Dept. of Aeronautical Eng.,  
Faculty of Engineering,  
University of Cairo*

## SUMMARY

An analytical study of hypersonic viscous flow over pointed bodies of revolution is presented. Solutions describing the pressure distribution and heat transfer to cones as well as to arbitrary bodies of revolution are obtained. The viscous layer approach has been used, together with the thin shock layer concept. The present analysis is general, in the sense that the transverse curvature effect and the energy equation diffusion term are taken into consideration.

An integral approach is utilized in the present analysis where the general equations of motion are written in a non-dimensional divergence form, which when integrated across the shock layer reduce to a system of first order ordinary differential equations.

For arbitrary bodies of revolution (other than conical bodies) the shock wave curvature effects on the pressure and heat transfer distributions appear as separate terms superimposed on the conical solutions. It is shown that the shock curvature may increase or decrease the heat transfer to the body surface according to whether ;

$$\frac{4}{[(\gamma-1)M_\infty^2 \sin^2 \beta + 2] \tan^2 \beta} \gtrless \frac{1 + \frac{T_w}{T_\infty}}{1 + \frac{T_w}{2T_\infty}}$$

Such criterion depends entirely on the free stream Mach number and the body leading edge semi-angle.

The pressure distribution over cones obtained by the present method is in good agreement with experiments for values of the interaction parameter  $\bar{x}$  as low as 2.0 ; while the Stanton number distribution over non-slender cones obtained by the present method is in good agreement with experiments for values of the interaction parameter  $x$  of 10 and higher.

The heat transfer results obtained for cones with larger vertex angles are in better agreement with experimental values than those for smaller angles.

Therefore,  $C_1 = -A(\infty, s)$  from 1st boundary condition,

$C_2 = (m_1/m_2) A(\infty, s)$   
from 2nd boundary condition.

The final result after integrating and rearranging is

$$\frac{p(x, s)}{P_0} = \frac{\text{Exp}(m_2 x)}{m_2 - m_1} \left[ \left\{ \text{Exp}(-m_2 x_0) \cdot \left( V + \nu m_2 + \frac{s}{m_1} \right) - \frac{s}{m_2} \right. \right. \\ \left. \left. - (m_1/m_2) \left\{ \text{Exp}(-m_1 x_0) \cdot \left( V + \nu m_1 + \frac{s}{m_1} \right) - \frac{s}{m_1} \right\} \right\} \right]$$

In order to get the pressure frequency response we set  $s = 2\pi fi$ , where  $f$  is the frequency. Since we are only interested in the amplitude of  $p(x, f)$ , the R.H.S. of the last equation is written as a complex quantity  $(M + iN)$ , where  $M$  and  $N$  are real. The normalized amplitude is then given by :

$$\frac{|p(x, f)|}{P_0} = \sqrt{M^2 + N^2}$$

One run of calculation is carried out on the Eurocomp digital computer and the results are shown in Fig. (6) and (7).

It is seen from Fig. (6) that the variation of  $\log_{10} \frac{|p|}{P_0}$  with the distance,  $x$ , from

the burst site is almost a straight line for one frequency. This means ; the pressure varies exponentially which in turn means that the damping effects of viscosity or the effects of the local wind velocity are not significant for the particular run of calculation. It also shows that those components of the wave having the smaller frequencies are propagated farther than those corresponding to higher frequencies. This was expected since wave of small frequencies, and thus longer wavelengths, have more energy associated with them than waves of shorter wavelengths.

Since the sensitivity of the recording device depends on the frequency of the measured amplitude and on the natural frequency of the device, then these results can act as a guide for the selection of the recording device. If this device is located near a noise producing element, then care must be taken in order not to confuse the observer, since this noise may be produced at a frequency corresponding to the coming pressure wave or even to the natural frequency of the recording device.

For the variation of pressure with time, the inversion theorem of the Laplace Transform may be used. This, with the utilization of the second model for the pressure build-up will be the subject of a following paper.

## REFERENCES

1. Banister, R.J., and L.J. Vortan, "Effects of a Precursor Shock Wave on Blast Loading of a Structure," Sandia Corporation, October 1960, WT-1472.
2. Grad, H., "Shock Wave Structure," Comm. Pure Appl. Math., Aug. 1952.
3. Brinkley, S.R., Jr., and J.G. Kirkwood, "Theory of the Propagation of Shock Waves," Phys. Rev., 71,606 (1947); 72, 1109 (1947).
4. Goldstine, H. H., and J. Von Neumann, "Blast Wave Calculations," Comm. on Pure and Appl. Math., 8,327 (1955).
5. "The Effects of Nuclear Weapons" U.S.A.E.C., April 1962.



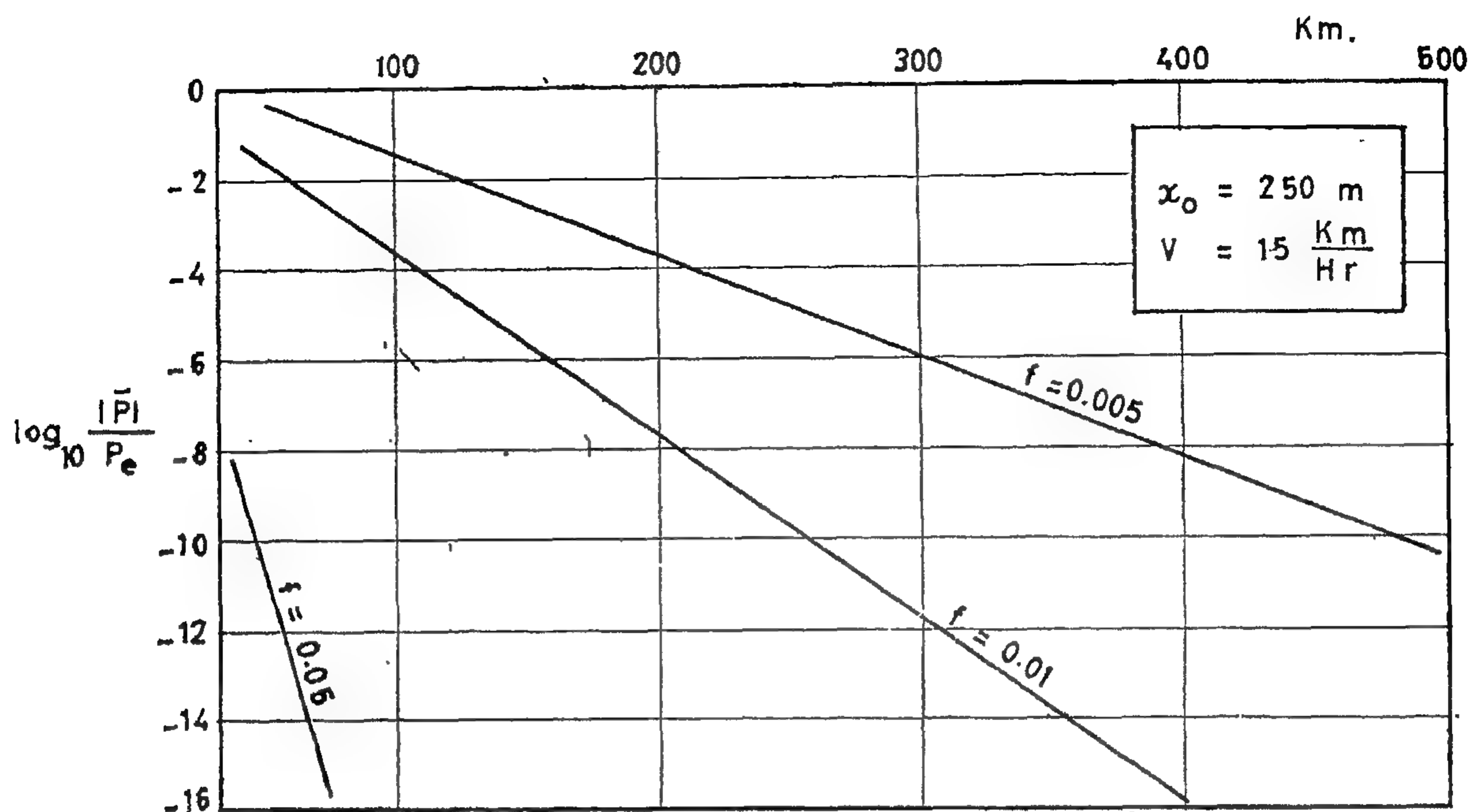


FIG. 6 - VARIATION OF PRESSURE AMPLITUDE WITH DISTANCE FROM GROUND ZERO

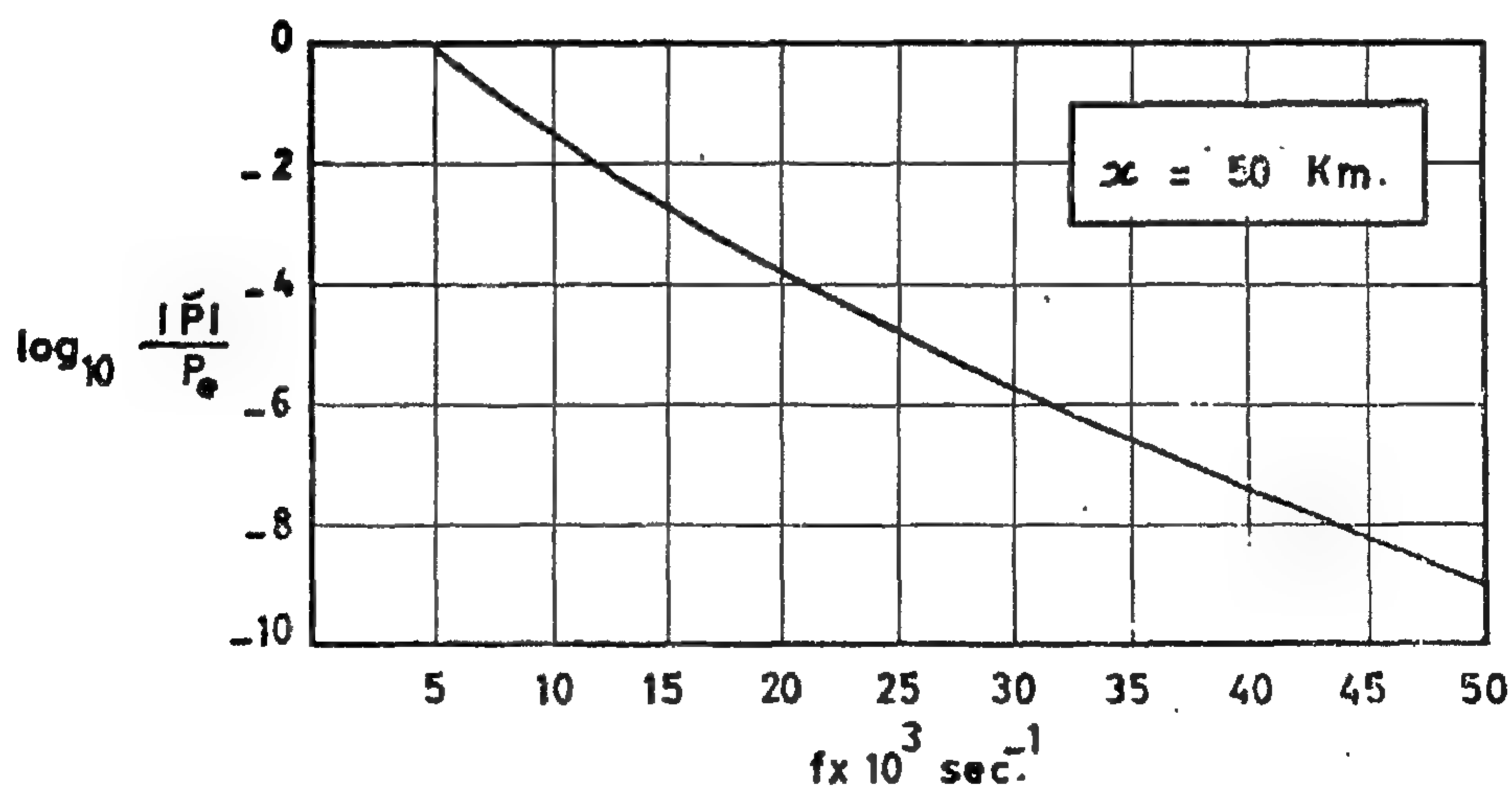


FIG. 7 - VARIATION OF PRESSURE AMPLITUDE WITH FREQUENCY AT 50 KM FROM G.Z.

where  $p(x, 0)$  and  $u(x, 0)$  are the initial pressure and velocity at the start of propagation, and  $s$  the Laplace Transform parameter.

At the instant the wave front starts to travel away from the explosion site a region of extremely high pressure will have been already formed. The extent of this region as well as the maximum value of the pressure inside it depends on the yield of the burst,  $W$ , and on the characteristic time,  $t_0$ , of the explosion. Two simple models are possible for the maximum pressure within the fireball; the first is that the entire region is at uniform pressure  $P_0$  before the onset of propagation; the second model assumes a linear building up of the pressure inside the fireball till the maximum value  $P_0$  is attained at the end of the characteristic time  $t_0$ . We shall consider the first model and comment on the second at the end of the paper.

The initial pressure  $p(x, 0)$  according to the first model can be represented by

$$p(x, 0) = P_0 \{ 1 - H(x - x_0) \} = f(x) \quad (12)$$

where the Heaviside function  $H(x - x_0)$  is defined by

$$H(x - x_0) = 1 \quad \text{for } x \geq x_0$$

$$H(x - x_0) = 0 \quad \text{for } x < x_0$$

The initial condition on the velocity is logically

$$u(x, 0) = 0$$

With these conditions, equations (9) and (10) are written as

$$\frac{du}{dx} = K f(x) - K s \bar{p} \quad (13)$$

$$\rho s \bar{u} + \rho V \frac{d\bar{u}}{dx} + \frac{d\bar{p}}{dx} = \mu \frac{d^2 \bar{u}}{dx^2} \quad (14)$$

Eliminating  $u$  between equations (13) and (14) we get

$$\frac{d^2 \bar{p}}{dx^2} - \frac{sV}{c_0^2 + \nu s} \frac{d\bar{p}}{dx} - \frac{s^2}{c_0^2 + \nu s} \bar{p} = F(x) \quad (15)$$

where

$$F(x) = \frac{P_0}{c_0^2 + \nu s} \{ V \delta(x - x_0) - \nu \delta'(x - x_0) - s f(x) \}$$

$\delta(x - x_0)$  = Dirac delta function  
 $\delta'(x - x_0)$  = Unit Doublet function

The general solution of equation (15) is obtained by the method of variation of parameters. It gives.

$$\bar{p}(x, s) = \text{Exp}(m_1 x) \{ C_1 + A(x, s) \} + \text{Exp}(m_2 x) \{ C_2 + B(x, s) \}$$

where

$$A(x, s) = \frac{-1}{m_2 - m_1} \int_0^x F(x) \text{Exp}(-m_1 x) dx$$

$$B(x, s) = \frac{-1}{m_2 - m_1} \int_0^x F(x) \text{Exp}(-m_2 x) dx$$

$$\text{and, } m_{1,2} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{sV}{c_0^2 + \nu s} \pm \right.$$

$$\left. \sqrt{\frac{s^2 V^2}{(c_0^2 + \nu s)^2} + \frac{4s^2}{c_0^2 + \nu s}} \right\}$$

And,  $C_1$  and  $C_2$  are arbitrary constants to be determined from the following transformed boundary conditions:

1 — Far ahead of the shock wave the air is undisturbed, thus

$$\bar{p}(\infty, s) = 0$$

2 — From symmetry consideration

$$\frac{d\bar{p}}{dx}(0, s) = 0$$

This assumes that the Mach region starts from ground zero.

Now, since  $m_2 < 0$ , then  $\text{Exp}(m_2 x) \rightarrow 0$  as  $x \rightarrow \infty$

and, since  $m_1 > 0$ , then  $\text{Exp}(m_1 x) \rightarrow \infty$  as  $x \rightarrow \infty$

When the blast wave strikes a flat surface, such as that of a structure, at normal incidence, i.e., head on, the instantaneous (peak) value of the reflected overpressure,  $p_r$ , is given by

$$p_r = 2p + (k + 1)q,$$

and using equation (3), this becomes

$$P_r = p \frac{4kP_0 + (3k - 1)p}{2kP_0 + (k - 1)p} \quad (4)$$

It can be seen from equation (4) that the value of  $p_r$  approaches  $8p$  for very large values of the incident overpressure and dynamic pressure (strong shocks), and tends toward  $2p$  for small overpressures and small dynamic pressures (weak shocks). It is evident that the increase of the reflected overpressure above the expected value of twice the incident value, i.e.,  $2p$ , is due to the dynamic (or wind) pressure. The reflected overpressure arises from the change of momentum when moving air changes direction as a result of striking the surface.

Equations (1) to (4) give the peak values of the various blast wave parameters at the shock front. As mentioned earlier, the overpressure and the dynamic pressure both decrease with time, although at different rates. We now solve for the overpressure as a function of time or frequency at any distance from ground zero and within the Mach region. The Navier-Stokes' equations are simplified according to the following assumptions :

1 — As mentioned earlier, the direction of propagation in the Mach region is nearly horizontal; in addition, the propagation is symmetrical around a vertical axis through ground zero. Therefore the problem is reduced to a one-dimensional radial propagation.

2 — As the wave travels far away from ground zero its front becomes flatter with diminishing curvature. Therefore we can assume that the propagation is along a plane front.

3 — The air is treated as semi-compressible, i.e., its density is considered time —

variable in the continuity equation, but is taken constant in the momentum equation.

4 — The air ahead of the shock has constant properties, such as viscosity and speed of sound.

The Navier-Stokes' equations pertinent to the above assumptions are :

$$\text{Continuity : } \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad (5)$$

Momentum :

$$\rho \frac{\partial u}{\partial t} + \rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial p}{\partial x} = \mu \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (6)$$

$$\text{State : } \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial t} = K \frac{\partial p}{\partial t} \quad (7)$$

where  $K$  is the coefficient of isothermal compressibility and is related to the speed of sound,  $c$ , by the relationship.

$$c^2 = \frac{1}{\rho K}$$

In order to find the frequency response of the pressure function, it is customary to use the Laplace Transform technique, however, equation (7) in its present form is non-linear. One additional assumption is made in order to linearize equation (7). This is done by replacing the non-linear convective acceleration term  $u \, du/dx$  by  $V \, du/dx$ , where  $V$  is a local constant and may represent the wind velocity ahead of the shock.

Eliminating  $\rho$  between equations (5) and (7) yields

$$K \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad (8)$$

Operating on equation (6), after linearization, and equation (8) by the Laplace Transformation, we get

$$K s \bar{p}(x,s) - K p(x,0) + \frac{d\bar{u}}{dx} = 0 \quad (9)$$

and

$$c s \bar{u}(x,s) - \rho u(x,0) + \rho V \frac{d^2 \bar{u}}{dx^2} + \frac{d\bar{u}}{dx} = \mu \frac{d^2 \bar{u}}{dx^2} - \frac{dp}{dx} \quad (10)$$



## ANALYSIS

In the general case where a shock of variable strength travels into a region of variable fluid properties, the shock will travel with variable speed and the fluid particles aft of the shock will have variable properties from instant to instant. Within the shock wave all fluid properties change continuously. A complete analysis should recognize this state of affairs and the viscous and heat conduction effects should go with it. Only under greatly simplifying assumptions, however, and only with considerable mathematical complexity, can the conditions within the shock wave be solved for (2).

From a practical point of view, on the other hand, it is almost never necessary to take account of conditions within the shock wave. Theoretical analysis indicates that the shock wave thickness is of the order of only a few mean-free-molecular-path lengths. As a result of this, we may assume for purposes of calculation that the shock wave is so thin that it may be replaced by a simple model in which all fluid properties change discontinuously across a mathematical line (shock wave). In this case we only need to consider conditions fore and aft of the shock wave. Although viscous stresses and heat transfer are significant within the wave, the change from the initial to the final conditions of the discontinuity may be treated as occurring without external friction and heat transfer, because the shock zone is so thin that heat transfer and friction from bodies external to the gas stream are negligibly small.

Furthermore, the phenomenon of a moving shock wave could be reduced to one of steady flow. Hence, if the observer moves with the shock, and if the continuity, momentum, and energy equations are written for a control surface which encloses only the shock, the unsteady-flow terms pertaining to the time rates of change of mass, momentum and internal plus kinetic energy within the control volume are equal to zero. From this it follows that the steady-flow relations are

applicable to the states on the two sides of the variable shock. We conclude, therefore, that the flow through a shock discontinuity may be considered as quasi-steady, i.e. it may be treated as though it were steady at each instant of time, in terms of the properties seen by an observer to whom the shock is stationary.

The blast wave properties in the region of regular reflection are somewhat complex and depend on the angle of incidence of the wave with the ground and the overpressure. For a contact surface burst, when there is but a single hemispherical (fused) wave, and in the Mach region below the triple point path for an air burst, the various blast wave characteristics at the shock front are uniquely related by the Rankine-Hugoniot equations. It is for these conditions, in which there is a single shock front, that the following results are applicable.

The shock velocity,  $U_s$ , is expressed by :

$$U_s = c_0 \left( 1 + \frac{k+1}{2k} \frac{p}{p_0} \right)^{1/2} \quad (1)$$

where  $c_0$  is the ambient speed of sound (ahead of the shock),  $p$  is the peak overpressure (behind the shock),  $p_0$  is the ambient pressure (ahead of the shock) and  $k$  is the ratio of the specific heat of the medium, i.e., air.

The particle velocity (or peak wind velocity behind the shock front),  $u$ , is given by

$$u = \frac{c_0 p}{k P_0} \left( 1 + \frac{k+1}{2k} \frac{p}{P_0} \right)^{-1/2} \quad (2)$$

The dynamic pressure,  $q$ , is defined by

$$q = \frac{1}{2} \rho u^2$$

and the introduction of the appropriate Rankine-Hugoniot equation leads to the relation

$$q = \frac{p^2}{2k P_0 + (k-1)p} \quad (3)$$

between the peak dynamic pressure in air and the peak overpressure and ambient pressure.

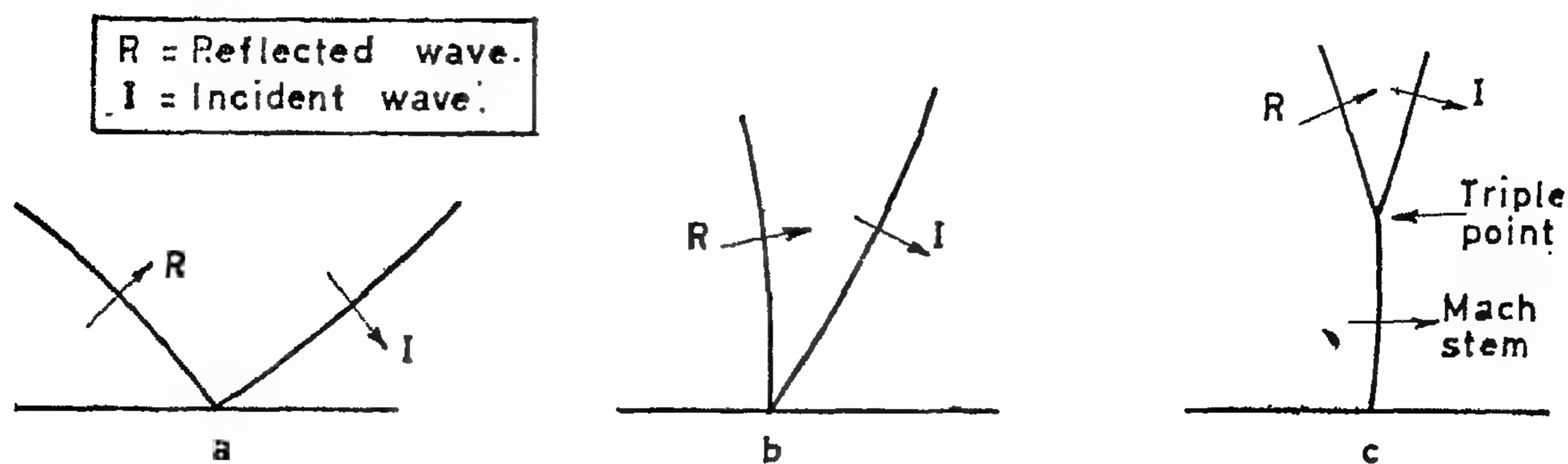


FIG. 4.

Fusion of the incident and reflected waves and formation of the Mach stem.

Fig. 4a represents the situation at point A in Fig. 1. At a later stage, farther from ground zero, as in Fig. 4b, the steeper front of the reflected wave shows that it is traveling faster than, and is overtaking, the incident wave. At the stage represented by Fig. 4c, the reflected wave near the ground has overtaken and fused with the incident wave to form a single front called the "Mach stem". The point at which the incident wave, reflected wave, and Mach fronts meet is called the "triple point"\*. As the reflected wave continues to overtake the incident wave, the triple point rises and the height of the Mach

stem increases (Fig. 5). Any object located at/or above the ground, within the Mach region and below the triple point path, will experience a single shock. At points in the air above the triple point path, such as an aircraft or at the top of a high building, two pressure increases will be felt. The first will be due to the incident blast wave and the second, a short time later, to the reflected wave. When a weapon is detonated at the surface, i.e., in a contact surface burst, only one pressure increase will be observed either on or above the ground.

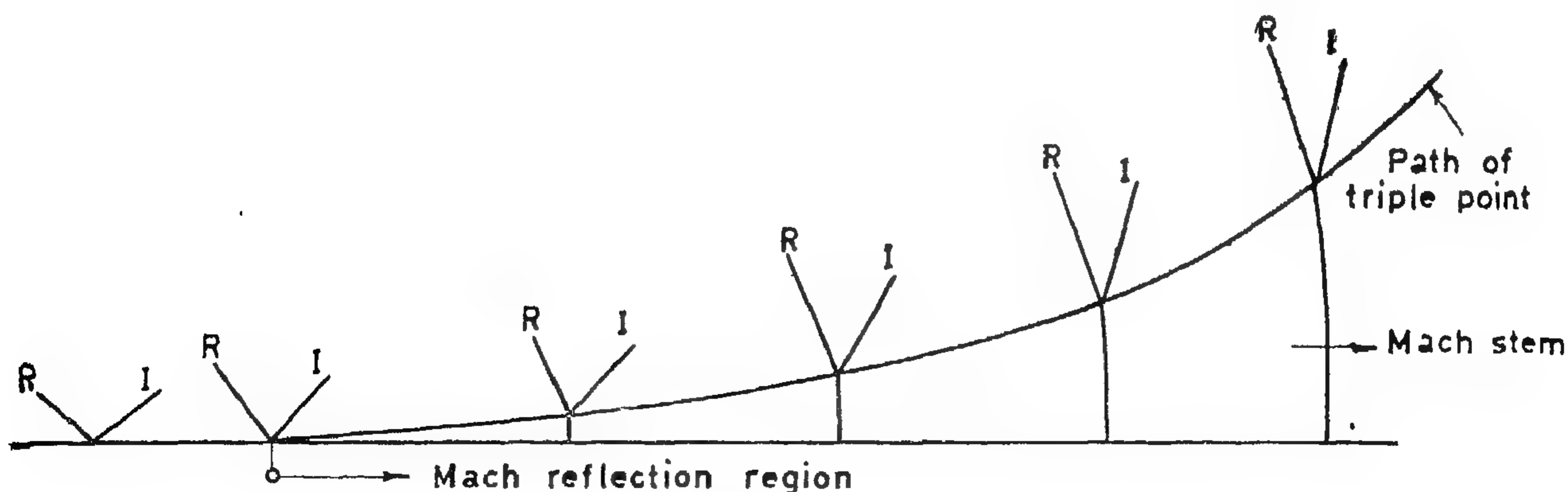


FIG. 5

Outward motion of the blast wave near the surface in the Mach region.

\* At any instant the so-called «triple point» is not really a point, but a horizontal circle with its center on the vertical line through the burst point.



Consequently, the value of the overpressure thus experienced at the surface is generally considered to be entirely a reflected pressure. In the region near 'ground zero' @, this total reflected overpressure will be more than twice the value of the peak overpressure of the incident blast wave. The exact value of the peak reflected pressure will depend on the strength of the incident wave and the angle at which it strikes the surface. The variation in overpressure with time, as observed at a point actually on the surface not too far from ground zero, such as A in Fig. 1, is depicted in Fig. 2 for an ideal shock front. The point A may be considered as lying within the region of "regular" reflection, i.e., where the incident and reflected waves do not merge except on the surface.

At any location somewhat above the surface in this region, two separate shocks will be felt, the first being due to the incident blast wave and the second to the reflected wave, which arrives a short time later (Fig. 3). This situation can be illustrated by considering the point B in Fig. 1, which is also in the regular reflection region. When the incident wave front reaches this point, at time  $t_3$ , the reflected wave is still some distance away. There will, consequently, be a short interval before the reflected wave re-

aches the point above the surface at time  $t_4$ . Between  $t_3$  and  $t_4$ , the reflected wave has spread out to some extent, so that its peak overpressure will be less than the value obtained at surface level, (Fig. 3).

#### The Mach Effect :

The foregoing discussion concerning the delay between the arrival of the incident and reflected wave fronts at a point above the surface, such as B in Fig. 1, is based on the tacit assumption that the two waves travel with approximately equal velocities. This assumption is reasonably justified in the early stages, when the wave front is not far from ground zero. However, it will be evident that the reflected wave always travels through air that has been heated and compressed by the passage of the incident wave. As a result, the reflected wave front moves faster than the incident wave and, under certain conditions, eventually over-takes it so that the two waves fuse to produce a single front. This process of interaction is called "Mach" or "irregular" reflection. The region in which the two waves have merged is therefore called the Mach region. The fusion of the incident and reflected waves is indicated schematically in Fig. 4, which shows a portion of the profile of the blast wave close to the surface.

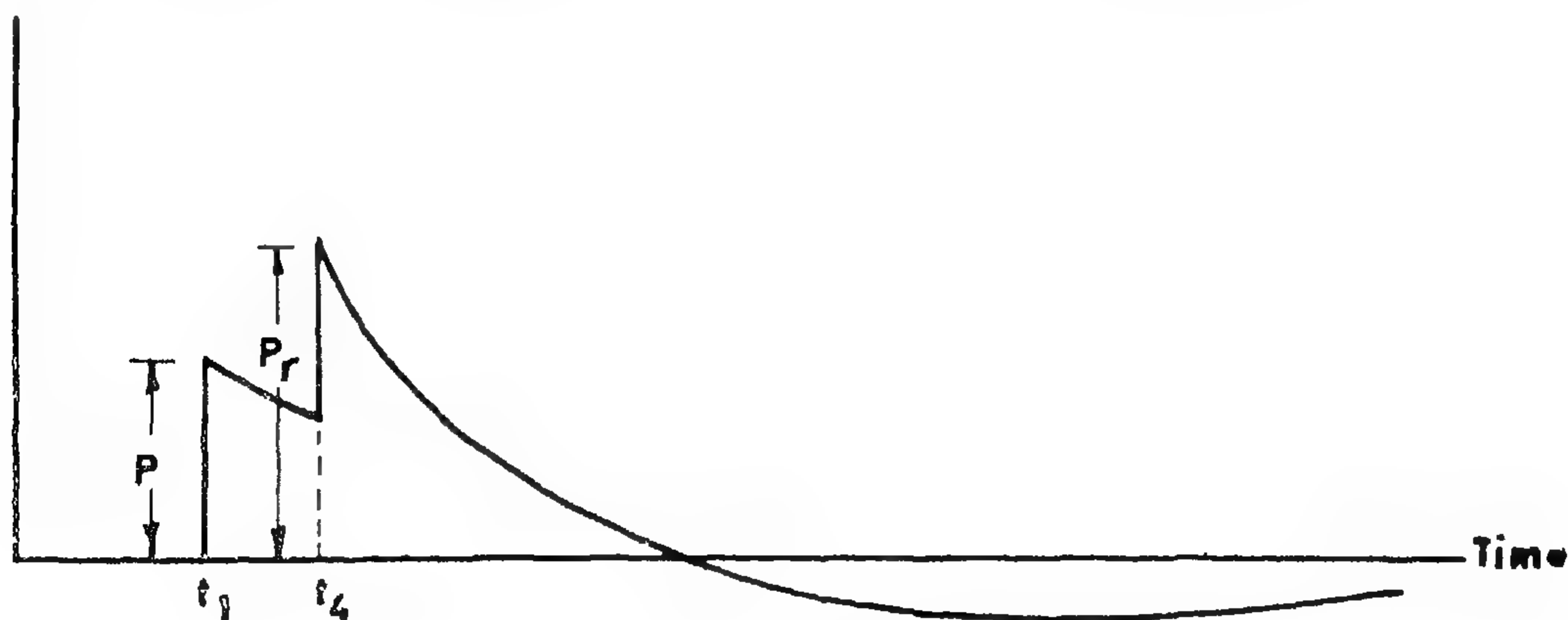


FIG. 3

Variation of overpressure with time at point B.

\* The term ground zero refers to the point on earth's surface immediately below (or above) the point of detonation.



During this negative (rarefaction or suction) phase, a partial vacuum is produced and the air is sucked in, instead of being pushed away, as it is when the overpressure is positive. In the positive phase, the wind, associated with the blast wave, blows away from the explosion, and the direction is reversed during the negative phase. At the end of the negative phase, which is somewhat longer than the positive phase, the pressure has essentially returned to the ambient level.

For a great variety of building types, the degree of blast damage depends largely on the drag force associated with the strong (transient) winds accompanying the passage of the blast wave. The drag force is influenced by certain characteristics—primarily the shape and size — of the structure, but is generally dependent upon the peak value of the dynamic pressure and its duration at a given location. The dynamic pressure is proportional to the square of the wind velocity and to the density of the air behind the shock front. Both of these quantities may be related to the overpressure under ideal conditions at the wave front by certain equations, which will be given later.

### Reflection of the Blast Waves

When the incident blast wave from an explosion in air strikes a more dense medium

such as the earth's surface, e.g., either land or water, it is reflected. The formation of the reflected wave in these circumstances is represented in Fig. 1. This figure shows four stages in the outward motion of the spherical blast originating from an air burst. In the first stage the wave front has not reached the ground; the second stage is somewhat later in time, and in the third stage, which is still later, a reflected wave, indicated by the dotted line, has been produced.

When such reflection occurs, an individual or object precisely at the surface will experience a single pressure increase, since the reflected wave is formed instantaneously.

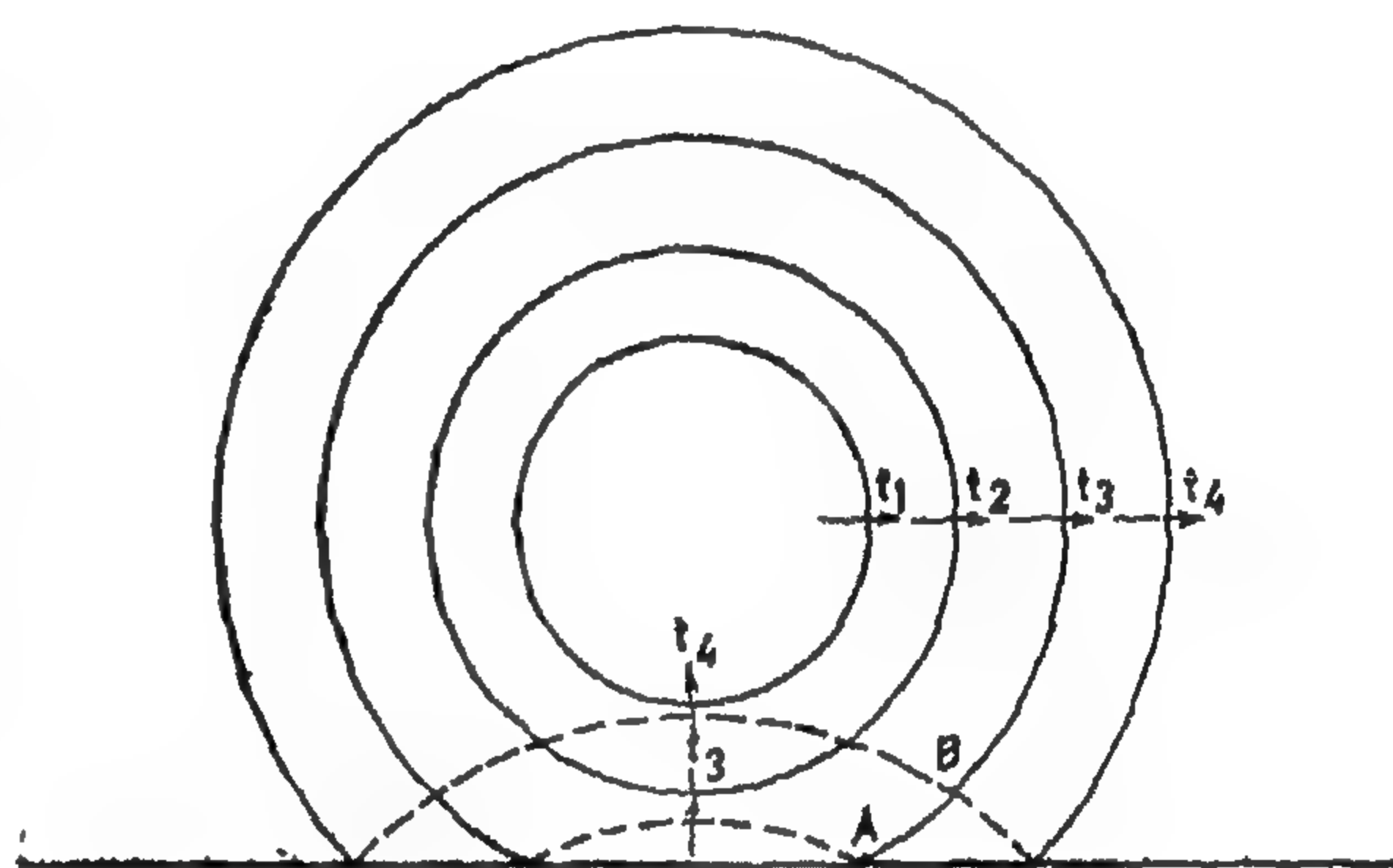


FIG. 1

Reflection of blast wave;  $t_1$  to  $t_4$  represent successive times.

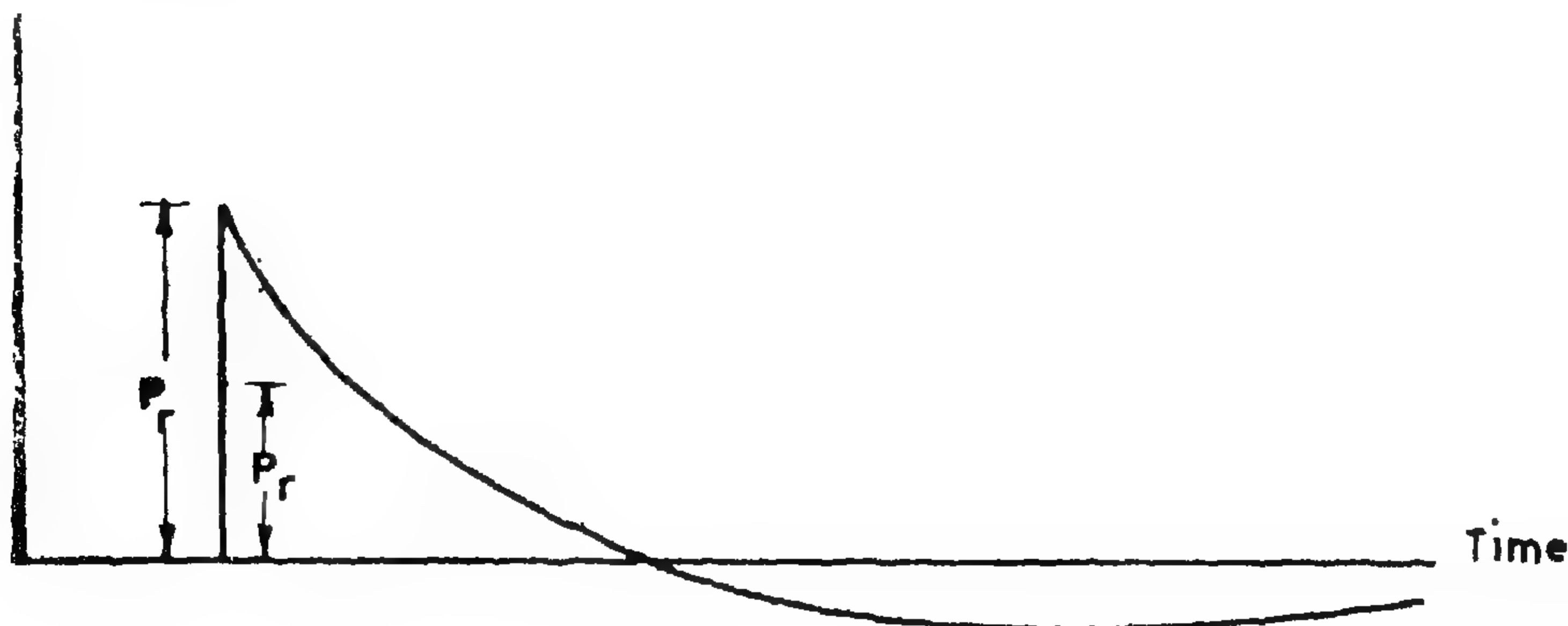


FIG. 2

Variation of overpressure with time at point A.

# «ON THE DETECTION OF HIGH-POWERED EXPLOSIONS»

By

Dr. ESSAM MITWALLY, Ph.D.  
Lecturer, Aeronautical Engineering Dept.  
Cairo University

The sudden eruption of a volcano or the explosion of a bomb far above the sea level would result in the formation of a region of extremely high pressure whose magnitude would depend on the power of the explosion. The effect of such an explosion and the associated pressure rise will be carried along a pressure or shock wave whose front, unless the explosion is weak, will travel with supersonic speed through the atmosphere. The motion of this wave depends on the altitude of the explosion and on the prevailing winds at the explosion site. Far away from this site and due to friction the velocity of the wave front is reduced and the amplitude of the pressure rise across it is attenuated and in the limit the shock wave reduces to a weak compressive wave.

A mathematical model is established describing, in a simple way, the physical situation arising due to the propagation of the shock or compressive wave from the explosion site to some distance,  $x$ , where a recording instrument may be stationed. The selection of this recording instrument may require the knowledge of the possible range of frequencies with which the wave front travels. This is obtained by the numerical solution of the simplified Navier-Stokes' equations of motion. The frequency and the time of arrival of the wave front at the recording site would, with the help of other relations, determine the power of the explosion.

The numerical integration was carried out on the Eurocomp digital computer at the Military Technical College.

## INTRODUCTION

### Background

Most of the material damage caused by a high-powered explosion in the air is due mainly-directly or indirectly — to the shock (or blast) wave which accompanies the explosion. The majority of structures will suffer some damage from the air blast when the overpressure in the blast wave, i.e., the excess over the atmospheric pressure (1.013 bar at standard sea-level conditions), is about 0.03 bar or more (1). The distance to which this over-pressure level will extend depends on the yield or size of the explosion, and on the height of the blast.

The hot gases produced by the explosion form a region of extremely high pressure

which will be referred to as the fireball. The expansion of the intensely hot gases in the fireball causes a blast wave to form in the air, moving outward at high velocity. The main characteristics of this wave is that the pressure rises very sharply at the moving front and falls off towards the interior region of the explosion. As the blast wave travels in the air away from its source, the overpressure at the front steadily decreases, and the pressure behind the front falls off in a regular manner. After a short time, when the shock front has traveled a certain distance from the fireball, the pressure behind the front drops below that of the surrounding atmosphere and a so-called "negative phase of the blast wave forms (Fig. 2).

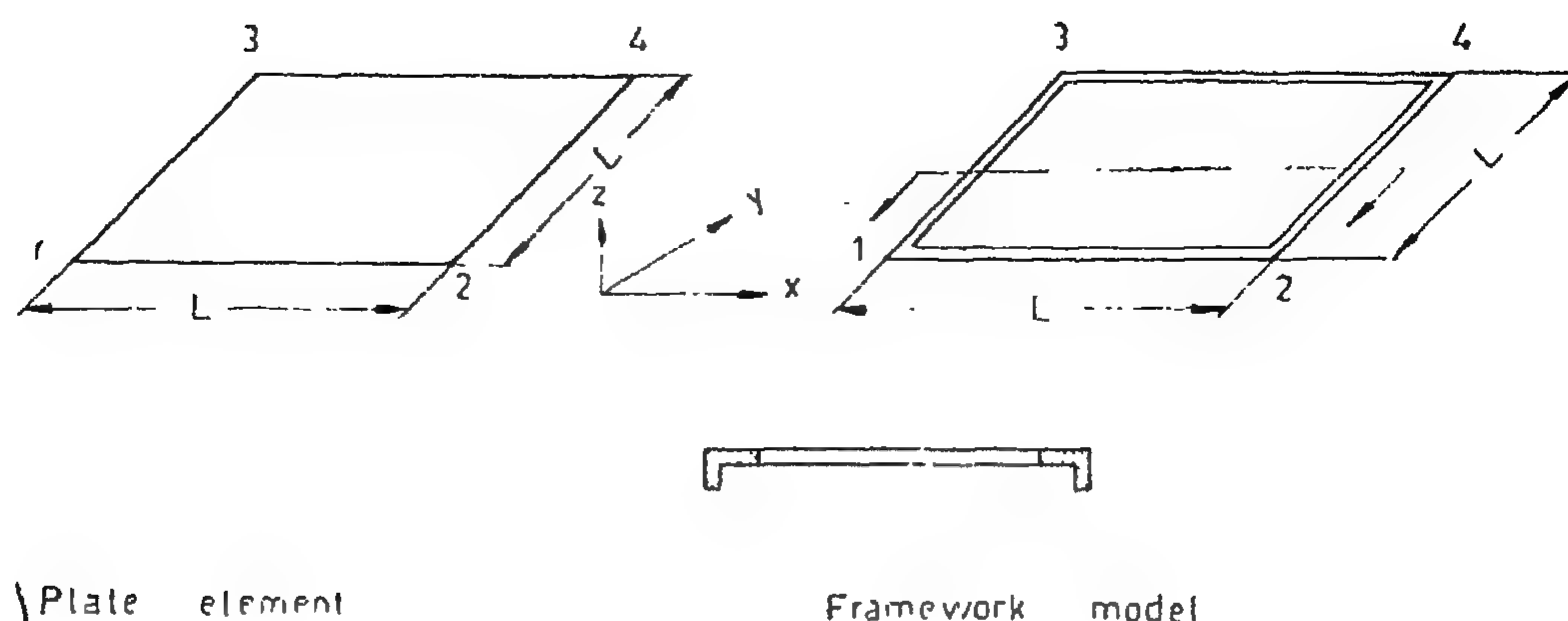


Fig 10

### Appendix I

#### orthogonal gridwork model with unsymmetrical cross section member

Mohsen<sup>2</sup> construct on orthogonal element with unsymmetrical member. since the rotation about one axis which is not the principle axis will induced moments about the two axes of cross section. Then by using these fundamentals, we can take poisson's ratio effect into consideration. Fig. 10. show equivalent model constructed by Mohsen. The flexural and torsional rigidities are :

$$I_y = I_x = (1 + \nu) L \cdot D/2E$$

$$J_z = (1 - \nu) L \cdot D/2G.$$

$$\frac{I_{xy}}{I_z} = \nu D \cdot L/E.$$

#### References :—

1. R.K; Livesley "Matrix method of structural analysis Pergmann press 1964.
2. M.E. Mohsen and sadek "Beam analogy for continnum discret elements" Trans AS ME 1969.
3. F. Fahim "Gridwork analysis of stiffened plates" Thesis submitted for master degree 1970.
4. W.H. Hopmann "Bending of orthogonally stiffened plate" J. Appl. Mech 1956.
5. Irving and Mullineux "Rectangular plates with stringers and ribs" J. Aero. sci. 21 1954.



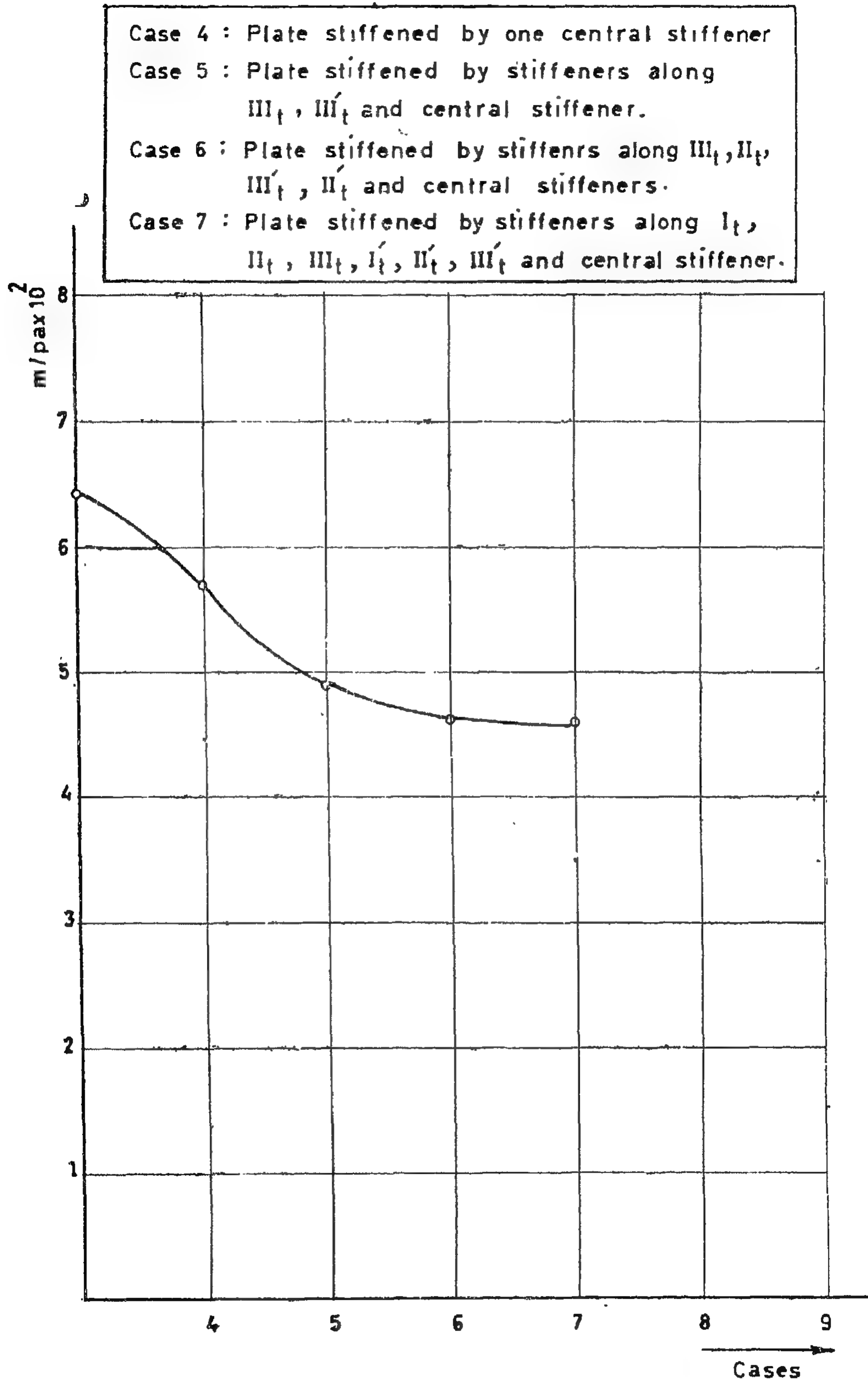


FIG. 9— EFFECT OF POSITION OF STIFFENER ON MAXIMUM MOMENT

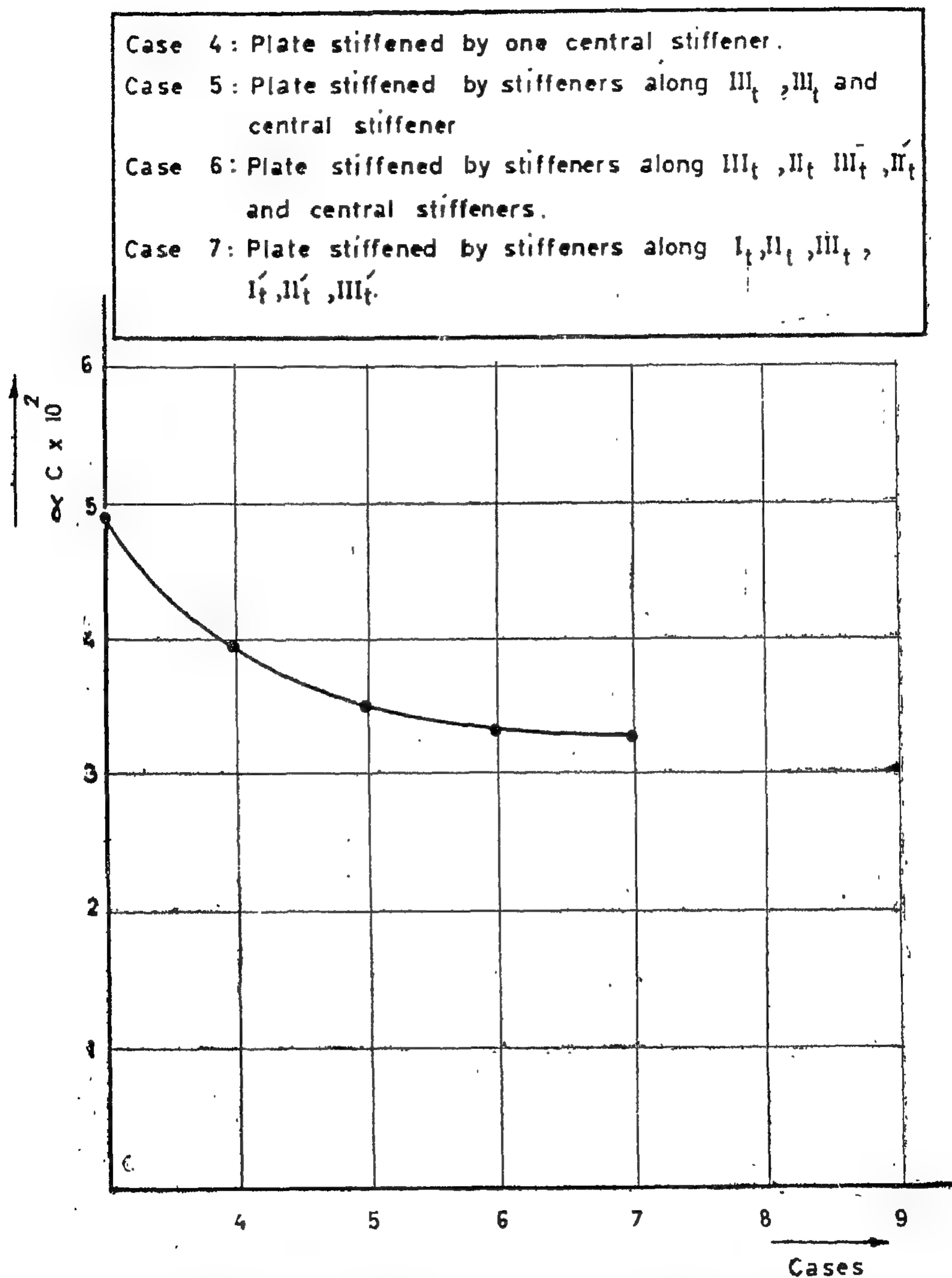


FIG. 8 - EFFECT OF NUMBER OF STIFFENERS ON MAXIMUM DEFLECTION.

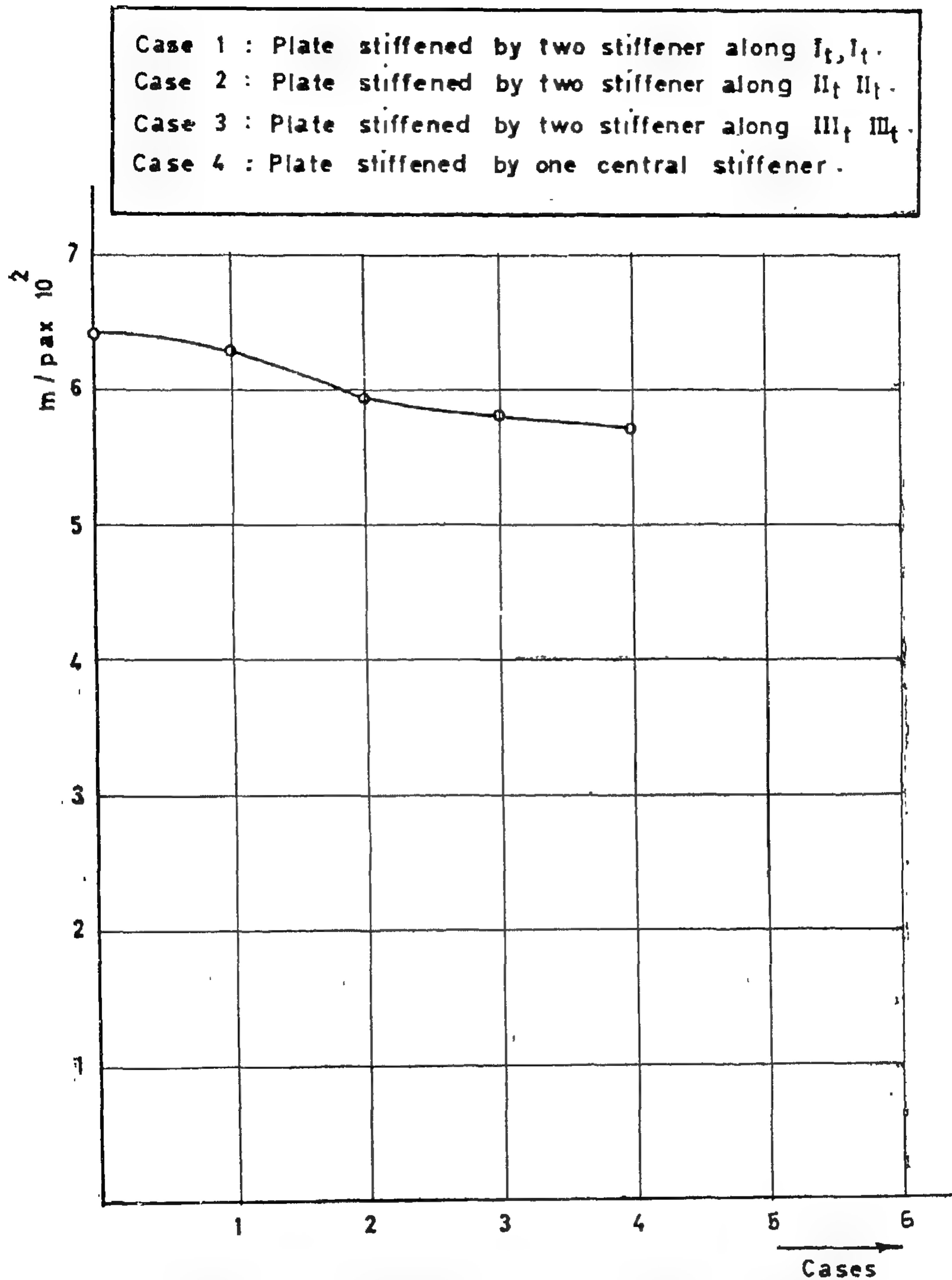


FIG. 7— EFFECT OF NUMBER OF STIFFENERS ON MAXIMUM MOMENTS.



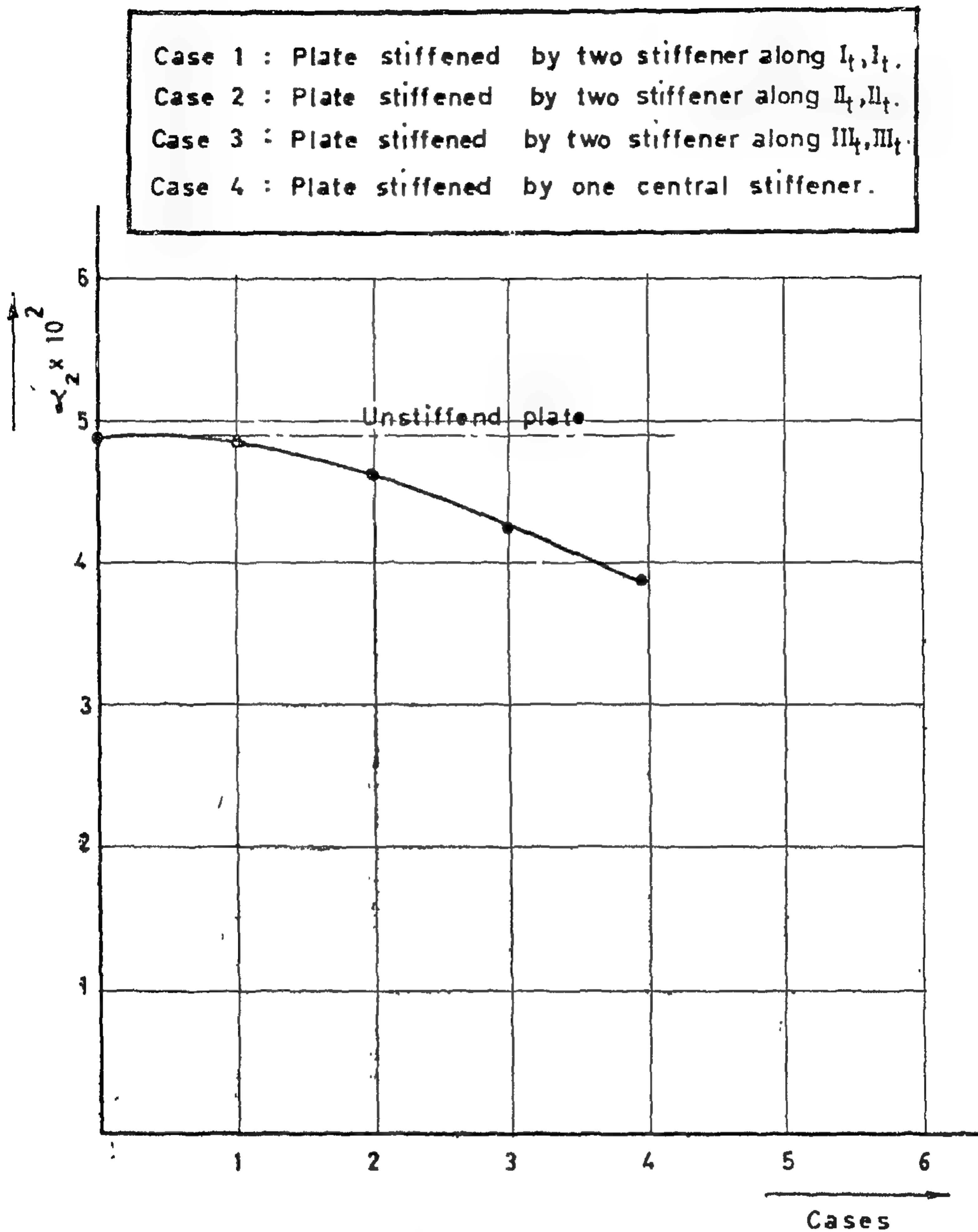


FIG. 6- EFFECT OF POSITION . OF STIFFENER ON MAXIMUM DEFLECTION.

This method can be extended to include the analysis of the dynamic behaviour of stiffened plate and to investigate the effect of aspect ratio on the flexural behaviour of the plates. Also the analysis can be extended to a

thick plate, shell and large deflection problem.

The effect of inplane forces and warping also can be taken into consideration, in the assembling the over stiffness matrix.

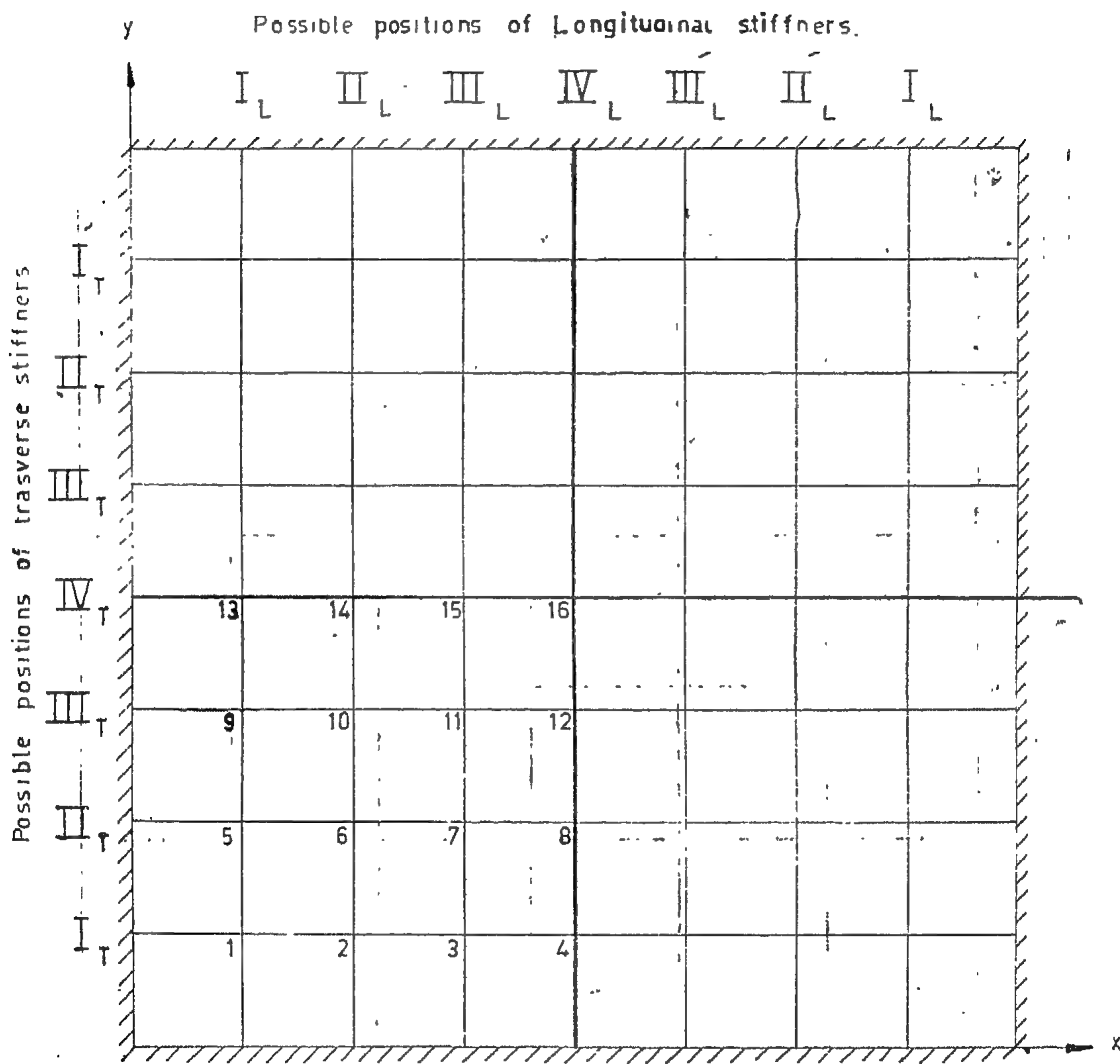


Fig. 5

Possible positions of stiffeners.

Fig. (8) and Fig. (9) shown the effect of number of stiffners on the rigidity and strength of the plate.

#### 4.3 Cross stiffened effect.

If the fixed edges square plate is stiffened by one longitudinal stiffner and on transverse stiffner such that its stiffnesses are :

$$K_x/D = 1$$

$$K_y/D = .5$$

And by comparison to a case where the plate is stiffened by two transverse stiffners lie along the centerline which are equivalent to a central stiffner with  $K_x/D = 2$   $K_y/D = 1$ .

It is noticed that the effect on the rigidity is the same. But the drop in the bending moment will be 5% more than the drop occur in the case of the plate with central stiffners.

Table 1 contain a comparison of the two cases according to the central deflection and maximum bending.

#### 5. Conclusions

The finite element method is a generalization of standard structural analysis procedures which permits the calculations and internal stress in two and three dimensional structures such as plates and shells. The technique permits also the solution for any discontinuity in the plate as a stiffened plate. By using one approach of the finite element, gridwork approach, the flexural behaviour can be investigated. Different cases are analysed by using gridwork approach to investigated the effect of position, number and direction of stiffners. An optimum position is found to be along the centerline of the plate. Any increase of the number of stiffners has a little effect on the rigidity, meanwhile the strength is obviously increased. It was also noticed that the cross stiffened plate has nearly the same rigidity as that of the transversed stifferer of double stiffness of the first lie along the centerline.

However the strength of the first is somewhat higher.

TABLE 1.

Case	$K_x/D$	$K_y/D$	$z = z_c/(pa^2/D)$	m/pa
Two transverse stiffners along centrlne	1	.5	.003921	.00570
Two stiffners, one along longitudinal other along transverse axes.	.1	.5	.002755	.00536



Thus it follows that the presence of a member between joints  $k$  and  $L$  has the effect of adding its  $K'$  matrices to the stiffness matrix of the complete grillage according to the following schemes :

	Column K	Column L
Row K	$K'_{11}$	$K'_{12}$
Row L	$K'_{21}$	$K'_{22}$

And since  $K_{21}'$  is the transpose of  $K_{12}'$  according to the reciprocal theory the contribution of the individual member to the final matrix are always such as to maintain its symmetry. The rules for the assembling of the upper triangle of the symmetrical matrix may be stated as follows :—

1. The leading diagonal element of row " $k$ " is the sum of the matrices  $K_{11}'$  and  $K_{22}'$  of all the members meeting at joint " $k$ " the matrix  $K_{11}'$  being selected if the members has end "1" at the joint and the matrix  $K_{22}'$  being selected if the member has end "2" at the joint.

2. The off-diagonal elements of row  $k$  corresponding to columns  $L, I, J, \dots, k$  are the  $K_{12}'$  matrices of the members connecting joint " $k$ " to joints  $L, I, J, \dots$ .

If the joint is not directly connected to " $k$ " by a members, then the associated element is zero. By applying the rules to the grillage in Fig. 2. We obtain a group of equations 11, where only the elements in the upper triangle of the stiffness matrix have been shown.

#### 4. Application for the study of the stiffeners effect :

The effect of position, number and direction of stiffeners on the rigidity and strength of a fixed edges square plate under a central concentrated load will be investigated by the application of the gridwork model. The element which has been constructed by Mohsen<sup>2</sup>

is used in all these application. The investigation is considered in a non dimensional form for the loads, moments and deflections. The nondimensional concentrated load ( $Pa/D$ ) is taken as unit, and the flexural and torsional rigidities of the stiffeners are taken as a ratio of the plate rigidities of the stiffeners are taken as a ratio of the plate rigidity " $D$ ".

The cases which are studied in this work are taken only as example to explain how the gridwork method is applied on the stiffened plate. However from these cases we can study the effect of the stiffeners on the elastic properties of the plate.

##### 4.1 Effect of stiffeners position

For the investigation of the effect of position of stiffeners Fig. (5), the position of two transverse stiffeners are changed about the axis of symmetry, only to maintain the symmetry and to simplified the computations). The plate is subjected to a central concentrated load ( $Pa/D = 1$ ) and the flexural and torsional rigidities of the stiffeners are taken as follow

$$\begin{aligned} K/D &= 1 \\ K_{\phi}/D &= .5 \end{aligned}$$

Fig. 6 and Fig. 7 show the change of the non-dimensional deflections ( $z_c = z_r / (pa^2/D)$ ). It is shown that the optimum positions of the two symmetrical stiffeners are along the transverse axis. In other words when the two stiffeners are equivalent to one central stiffener along the transverse axis with.

$$\begin{aligned} K/D &= 2 \\ K_{\phi}/D &= 1 \end{aligned}$$

##### 4.2 Effect of stiffeners number.

If a more than the central stiffener are distributed over the plate it is shown that the increament in the number of stiffeners have a little effect on the rigidity meanwhile the strength is obviously increased. Every stiffener rather than the central one has the following stiffnesses :

$$\begin{aligned} K/D &= 1 \\ K_{\phi}/D &= .5 \end{aligned}$$

Transforming the force-displacement relations from member coordinate system  $(x, y, z)$  to structure coordinate  $(x', y', z')$  and putting the force and displacement vectors in a non dimensional form as follow :—

$$P' = \begin{bmatrix} P'_x L/D \\ P'_y L/D \\ P'_z L/D \\ m'_x/D \\ m'_y/D \\ m'_z/D \end{bmatrix} \quad d = \begin{bmatrix} \delta'_x/L \\ \delta'_y/L \\ \delta'_z/L \\ \theta'_x \\ \theta'_y \\ \theta'_z \end{bmatrix}$$

and put :

$$(EI/L) / D = f$$

$$(GJ/L) / D = \tau$$

$$(EA/L) / (D-L^2) = \varepsilon$$

Equations 8, 9 are the non dimensional form for and matrices.

#### 2.4. The assembly of the overall stiffness matrix of the grillage :

The equilibrium approach is applied on the equivalent grillage such that the displacements of joints are considered to be the basic unknowns. The steps of approach are as follow —:

a — The joints are denoted by numbers 1, 2, ..., M, N. Points at which the member is attached to a rigid foundation is referred to as joint "o".

b — In considering the properties of individual members, we shall use the suffixes "1" and "2" to refer to the two ends. It is convenient to adopt the convention that the end of the member at the joint whose identifying is smaller as "1" and the other as "2".

c — For each member in the grillage, the member and loads are expressed in terms of the corresponding end displacement and applying the condition that the displacements of the appropriate joints must be equal to the displacement of the ends of members. The member "r" connect the two joints k, L as in Fig. 4. in the grillage having the following relations :

$$d'_{2r} = d_L$$

$$d'_{1r} = d_K$$

d — Applying the conditions of joint equilibrium, such that the sum of internal loads of every joint equal to the external loads vector at the same joint. Hence we obtain a group of simultaneous algebraic equations with the joint displacements are basic unknowns.

e. — Consider the contribution which a member "r" running from joint k to L makes to the final set of load-displacement equations for the members are :

$$P'_{1r} = K'_{11r} d'_{1r} + K'_{12r} d'_{2r}$$

$$P'_{2r} = K'_{21r} d'_{1r} + K'_{22r} d'_{2r}$$

substituting the compatibility conditions,  $d'_{1r} = d_K$  and  $d'_{2r} = d_L$  hence

$$P'_{1r} = K'_{11r} d_K + K'_{12r} d_L$$

$$P'_{2r} = K'_{21r} d_K + K'_{22r} d_L$$

The equilibrium equations for joints K, L are

$$P_K = P_{1r}' +$$

Contribution from other members meeting at K.

$$P_L = P_{2r}' +$$

Contribution from other members meeting at L.

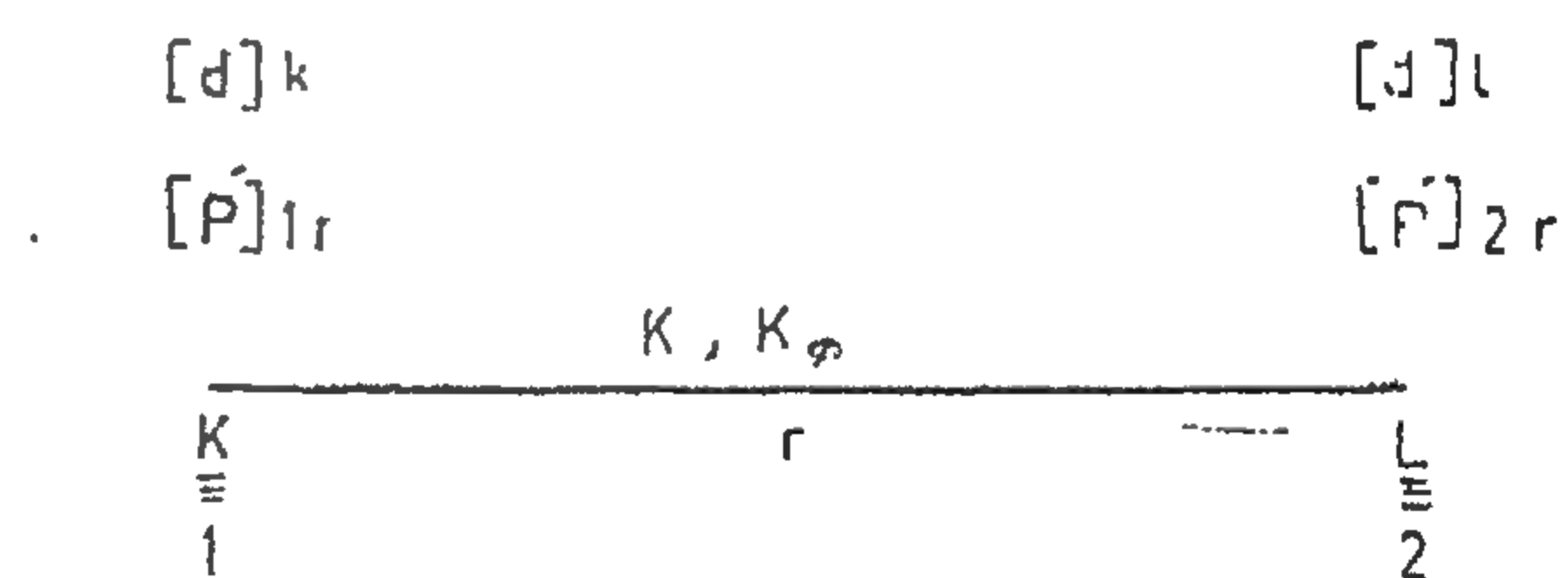


Fig. 4

Compatibility Conditions For a member  
in the grillage

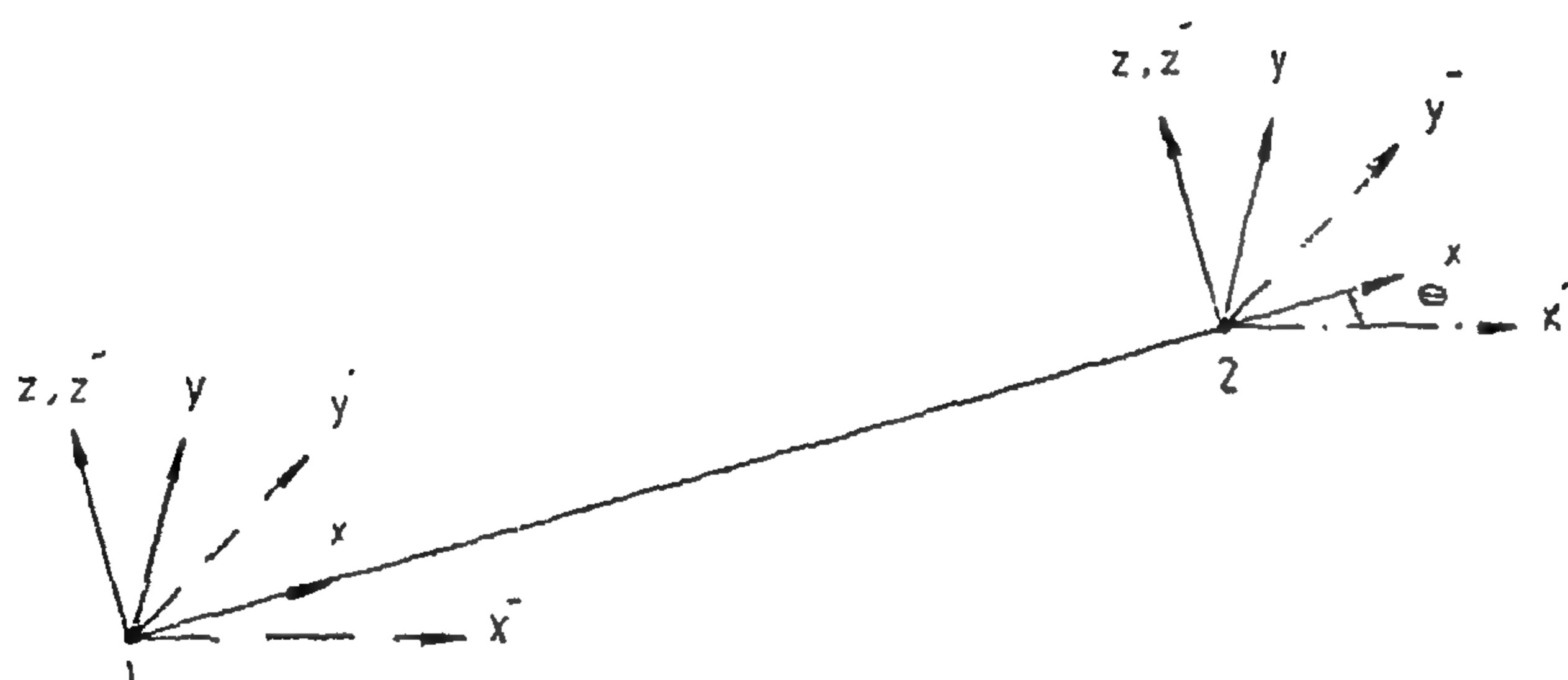
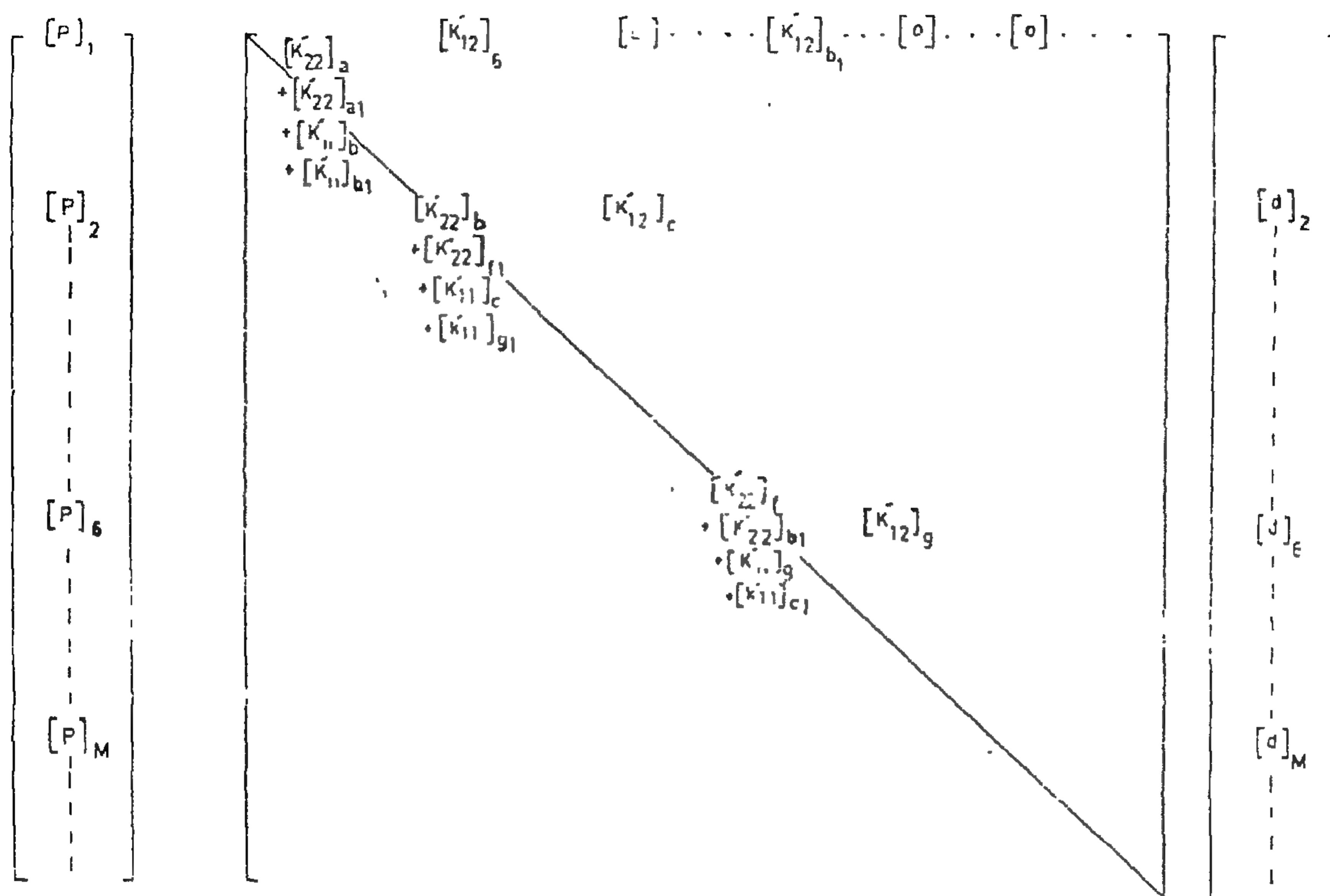


Fig.3

Relation between member system Coordinates and structural system Coordinates and



$[K_{11}] =$ 

$(c^2 \xi + s^2 12 f_z)$	$sc(\xi - 12 f_z)$	$-s 12 f_{yz}$	$s^2 6 f_{yz}$	$-sc 6 f_{yz}$	$-s 6 f_z$
$sc(\xi - 12 f_z)$	$(s^2 \xi + c^2 12 f_z)$	$c 12 f_{yz}$	$-sc 6 f_{yz}$	$c^2 6 f_{yz}$	$c 6 f_z$
$-s 12 f_{yz}$	$+c 12 f_{yz}$	$12 f_y$	$s 6 f_y$	$-c 6 f_y$	$-6 f_{yz}$
$-s^2 6 f_{yz}$	$sc 6 f_{yz}$	$s 6 f_y$	$(c^2 \xi + 4s^2 f_y)$	$sc(\xi - 4 f_y)$	$-4s f_{yz}$
$sc 6 f_{yz}$	$-c^2 6 f_{yz}$	$-c 6 f_y$	$sc(\xi - 4 f_y)$	$(s^2 \xi + 4c^2 f_y)$	$-4c f_{yz}$
$-s 6 f_z$	$c 6 f_z$	$-6 f_{yz}$	$-4s f_{yz}$	$4c f_{yz}$	$4 f_z$

8

 $[K_{12}] =$ 

$-(c^2 \xi + s^2 12 f_z)$	$-sc(\xi - 12 f_z)$	$s 12 f_{yz}$	$s^2 6 f_{yz}$	$-sc 6 f_{yz}$	$-s 6 f_z$
$sc(\xi - 12 f_z)$	$(s^2 \xi + c^2 12 f_z)$	$-c 12 f_{yz}$	$-sc 6 f_{yz}$	$c^2 6 f_{yz}$	$c 6 f_z$
$s 12 f_{yz}$	$-c 12 f_{yz}$	$-12 f_y$	$s 6 f_y$	$-c 6 f_y$	$-6 f_{yz}$
$s^2 6 f_{yz}$	$sc 6 f_{yz}$	$-s 6 f_y$	$(-c^2 \xi + 2s^2 f_y)$	$-sc(\xi + 2 f_y)$	$-2s f_{yz}$
$-sc 6 f_{yz}$	$c^2 6 f_{yz}$	$c 6 f_y$	$-sc(\xi + 2 f_y)$	$(-s^2 \xi + 2c^2 f_y)$	$-2c f_{yz}$
$s 6 f_z$	$-c 6 f_z$	$6 f_{yz}$	$-2s f_{yz}$	$2c f_{yz}$	$2 f_z$

9

Where :

$$K'_{ij} = T K_{ij} T^t$$

$$T = \begin{pmatrix} c & -s & 0 & 0 & 0 & 0 \\ s & c & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c & -s & 0 \\ 0 & 0 & 0 & s & c & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Where  $s = \sin \alpha$ ,  $c = \cos \alpha$  and  $\alpha$  is the angle between  $(x, y, z)$  system and  $(x', y', z')$  system, hence.

$$\begin{pmatrix} (c^2 \frac{EA}{L} + s^2 \frac{12EI_z}{L^3}) & sc(\frac{EA}{L} - \frac{12EI_z}{L^3}) & -s \frac{12EI_{yz}}{L^3} & s^4 \frac{6EI_{yz}}{L^2} & sc \frac{6EI_{yz}}{L^2} & -s \frac{6EI_z}{L^2} \\ sc(\frac{EA}{L} - \frac{12EI_z}{L^3}) & (s^2 \frac{EA}{L} + c^2 \frac{12EI_z}{L^3}) & c \frac{12EI_{yz}}{L^3} & -sc \frac{6EI_{yz}}{L^2} & c^2 \frac{6EI_{yz}}{L^2} & c \frac{6EI_z}{L^2} \\ -s \frac{12EI_{yz}}{L^3} & c \frac{12EI_{yz}}{L^3} & \frac{12EI_y}{L^3} & s \frac{6EI_y}{L^2} & c \frac{6EI_y}{L^2} & -c \frac{6EI_{yz}}{L^2} \\ -s^3 \frac{6EI_{yz}}{L^2} & sc \frac{6EI_{yz}}{L^2} & s \frac{6EI_y}{L^2} & (c^2 \frac{GJ}{L} + 4s^2 \frac{EI_y}{L}) & sc(\frac{GJ}{L} - 4\frac{EI_y}{L}) & -4s \frac{EI_{yz}}{L^2} \\ sc \frac{6EI_{yz}}{L^2} & -c^3 \frac{6EI_{yz}}{L^2} & -c \frac{6EI_y}{L^2} & -sc(\frac{GJ}{L} - 4\frac{EI_y}{L}) & (s^2 \frac{GJ}{L} + 4c^2 \frac{EI_y}{L}) & 4c \frac{EI_{yz}}{L^2} \\ -s \frac{6EI_z}{L^2} & c \frac{6EI_z}{L^2} & -c \frac{6EI_{yz}}{L^2} & -4s \frac{EI_{yz}}{L^2} & 4c \frac{EI_{yz}}{L^2} & 4 \frac{EI_z}{L} \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$\begin{pmatrix} -(c^2 \frac{EA}{L} + s^2 \frac{12EI_z}{L^3}) & -sc(\frac{EA}{L} - \frac{12EI_z}{L^3}) & s \frac{6EI_{yz}}{L^2} & s^4 \frac{6EI_{yz}}{L^2} & -sc \frac{6EI_{yz}}{L^2} & -s \frac{6EI_z}{L^2} \\ -sc(\frac{EA}{L} - \frac{12EI_z}{L^3}) & -(s^2 \frac{EA}{L} + c^2 \frac{12EI_z}{L^3}) & -sc \frac{6EI_{yz}}{L^2} & -sc \frac{6EI_{yz}}{L^2} & c^2 \frac{6EI_{yz}}{L^2} & c \frac{6EI_z}{L^2} \\ s \frac{12EI_{yz}}{L^3} & c \frac{12EI_{yz}}{L^3} & s \frac{6EI_y}{L^2} & s \frac{6EI_y}{L^2} & -c \frac{6EI_y}{L^2} & -c \frac{6EI_{yz}}{L^2} \\ s^3 \frac{6EI_{yz}}{L^2} & sc \frac{6EI_{yz}}{L^2} & (-c^2 \frac{GJ}{L} + s^2 \frac{EI_y}{L}) & (-c^2 \frac{GJ}{L} + s^2 \frac{EI_y}{L}) & -sc(\frac{GJ}{L} + 2\frac{EI_y}{L}) & -2s \frac{EI_{yz}}{L^2} \\ -sc \frac{6EI_{yz}}{L^2} & -c^3 \frac{6EI_{yz}}{L^2} & -sc(\frac{GJ}{L} + 2\frac{EI_y}{L}) & -sc(\frac{GJ}{L} + 2\frac{EI_y}{L}) & (-s^2 \frac{GJ}{L} + 2c^2 \frac{EI_y}{L}) & 2c \frac{EI_{yz}}{L^2} \\ -s \frac{6EI_z}{L^2} & -c \frac{6EI_z}{L^2} & -2s \frac{EI_{yz}}{L^2} & -2s \frac{EI_{yz}}{L^2} & 2c \frac{EI_{yz}}{L^2} & 2 \frac{EI_z}{L} \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$K_{11} = \begin{array}{c|cccccc} \frac{EA}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 12 \frac{Elz}{L^2} & 12 \frac{Elyz}{L^3} & 0 & -6 \frac{Elyz}{L^2} & - \frac{Elz}{L^2} \\ 0 & 12 \frac{Ely_2}{L^3} & 12 \frac{Ely}{L^3} & 0 & -6 \frac{Ely}{L^2} & 6 \frac{Elyz}{L^2} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{GJ}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -6 \frac{Ely_2}{L^2} & -6 \frac{Ely}{L^2} & 0 & 4 \frac{Ely}{L} & -4 \frac{Ely_2}{L} \\ 0 & 6 \frac{Elz}{L^2} & 6 \frac{Elyz}{L^2} & 0 & -4 \frac{Elyz}{L} & 4 \frac{Elyz}{L} \end{array} \quad (2)$$

$$K_{12} = \begin{array}{c|cccccc} - \frac{EA}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -12 \frac{Elz}{L^3} & -12 \frac{Elyz}{L^3} & 0 & -6 \frac{Elyz}{L^2} & 6 \frac{Elz}{L^2} \\ 0 & -12 \frac{Elyz}{L^3} & -12 \frac{Ely}{L^3} & 0 & -6 \frac{Elz}{L^2} & 6 \frac{Elyz}{L^2} \\ 0 & 0 & 0 & - \frac{GJ}{L} & 0 & 0 \\ 0 & 6 \frac{Elyz}{L^2} & 6 \frac{Ely}{L^2} & 0 & 2 \frac{Ely}{L} & -2 \frac{Elyz}{L} \\ 0 & -6 \frac{Elz}{L^2} & -6 \frac{Elyz}{L^2} & 0 & -2 \frac{Elyz}{L} & 2 \frac{Elz}{L} \end{array} \quad (3)$$

If we transform the stiffness matrices into structure coordinate axes system ( $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$ ), hence

$$\begin{aligned} P_1' &= K_{11}' d_1' + K_{12}' d_2' \\ P_2' &= K_{21}' d_1' + K_{22}' d_2' \end{aligned}$$



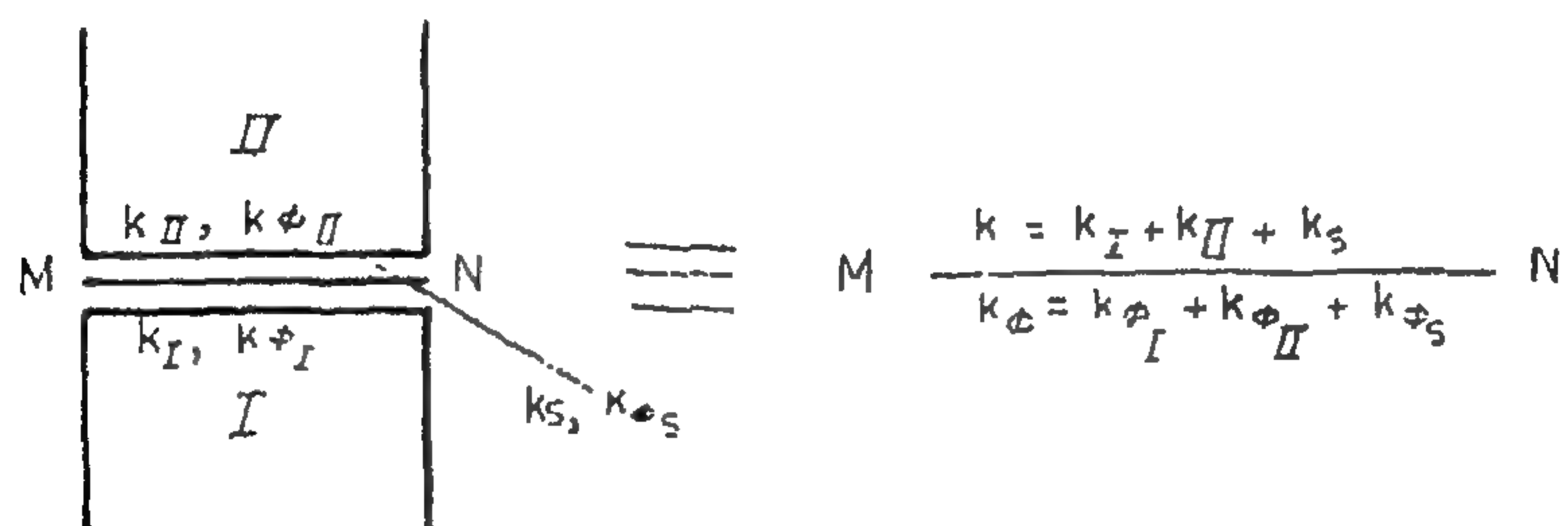
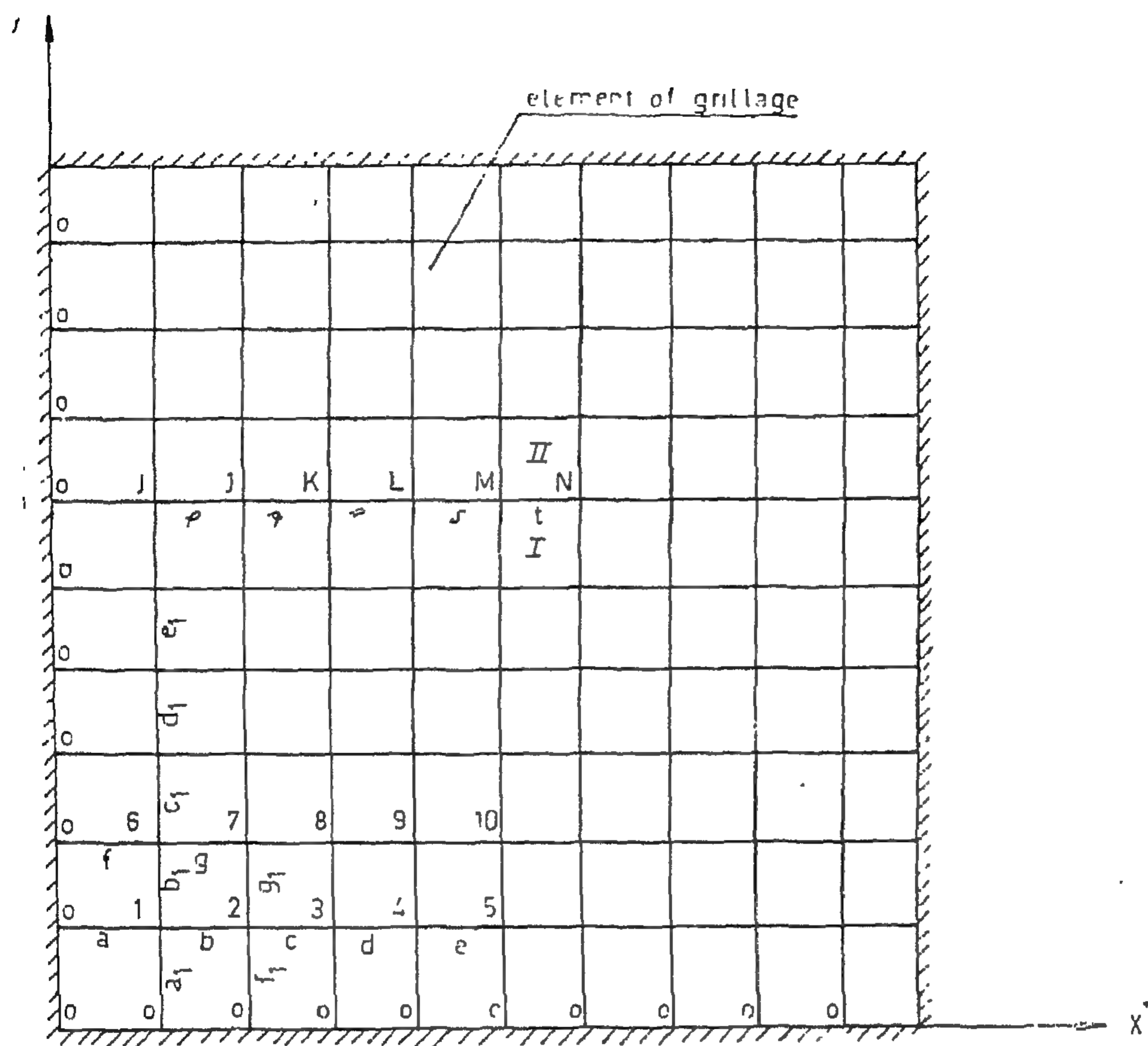


Fig. 2 Equivalent grillage

- a) Material behaves linearly
  - b) The deformations of the structure are small as compared with its dimension.
  - c) In plane forces effect on the flexural behaviour of the structure is neglected. The equivalent grillage can thus be treated as a linear structure. As a result we can use the reciprocal theorem in the assembly of the overall stiffness matrix.
2. The plate and stiffeners are assumed isotropic and homogeneous.
  3. The middle plane of the plate is the neutral plane of the grillage.
  4. The stiffeners can be twisted without warping.
  5. The shear effect is neglected.

## 2.2 Construction of equivalent grillage Fig. 2.

To construct the equivalent grillage, the following steps must be considered :

- 2.2.1. Divide the stiffened plate into segments. These segments are connected to each other only at the nodal points. The stiffness rigidity at the joints is due to the different shares of the elements around the joint.
- 2.2.2. Transfer the plate element to an equivalent grid. Defining the rigidities of the four bars of the grid according to the type of the gridwork model.
- 2.2.3. Assembling the different equivalent grids and the elements of stiffeners, we obtain an equivalent grillage as shown

in Fig. (2). The rigidities of the lateral and longitudinal members of the grillage at certain joint, are equivalent to the sum of rigidities of bars of the corresponding grids around the same joint and the stiffeners pass through the joint.

A new gridwork model is constructed by Mohsen<sup>2</sup>, Fig. 10. The properties of members of the grid model are shown in appendix "I". This model is based in an unsymmetrical cross section member to take into consideration poisson's ratio effect.

## 2.3 Stiffness matrix for a straight uniform but unsymmetrical cross section member in space structure.

consider a member with unsymmetrical cross section Fig. (3).

The deformation are about two orthogonal axes pass through the centroid of the cross section, and are not the principle axes Assume  $I_y > I_z$  and  $I_{yz}$  has (+ ve sign).

The stiffness matrix of the member, the relations between external force vector  $p$  and displacement vector  $d$  according to member coordinate system, will be as follow :—

$$\begin{aligned} P_1 &= K_{11} \cdot d_1 + K_{12} \cdot d_2 \\ P_2 &= K_{21} \cdot d_1 + K_{22} \cdot d_2 \end{aligned} \quad (1)$$

where, (1)

$$P = \begin{vmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \\ m_x \\ m_y \\ m_z \end{vmatrix}, \quad d = \begin{vmatrix} \theta_x \\ \theta_y \\ s_z \\ s_x \\ s_y \\ \theta_z \end{vmatrix}$$

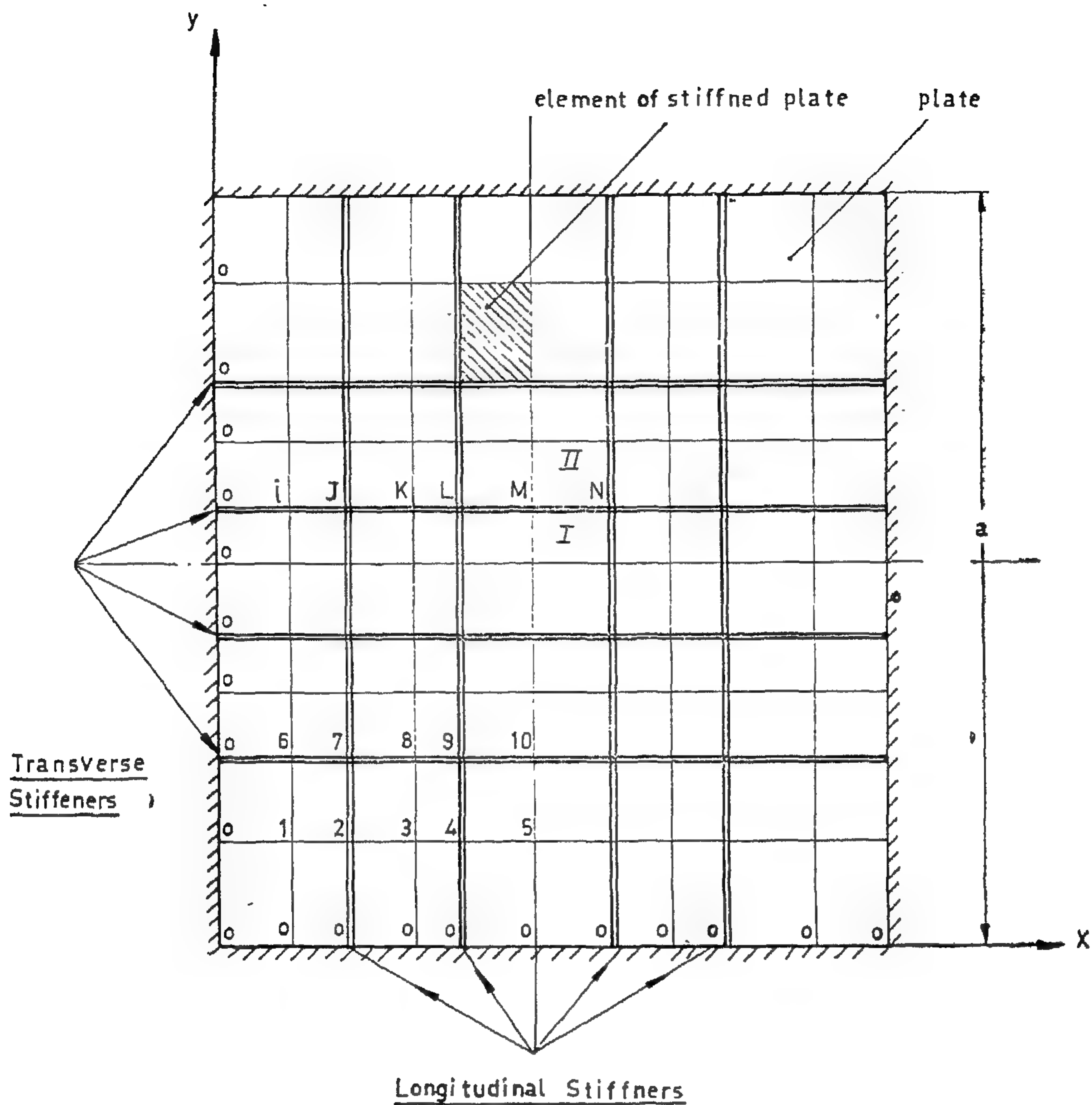


Fig.1 Stiffened Plate  
With Fixed-Fixed edges



finite sine transform. The second technique transfer plate to a grillage formed only by the stiffeners. The plated area between stiffeners is taken into consideration as an effective width along the stiffener.

The finite element technique will be used as a new approach for the analysis of the stiffened plate.

The finite element method is essentially a generalization of standard structural analysis procedures which permits the calculation of stress and deflections in two and three dimensional such as plates and shells, by the same techniques which are applied in the analysis of ordinary framed structures. The finite element analysis of an elastic continuum may be divided into three phases :

i — subdivisions of the original system into an assembly of discrete segments interconnected at a finite number of joints.

ii — Evaluation of the stiffness matrix of the element, since the elements are assumed to be interconnected only at a limited number of nodal joints. The essential elastic characteristics of an element are represented by the relationships between forces applied to the joints and the deflections resulting there from.

iii — Structural analysis of the element assembly from any given loading conditions. The essential problem is to satisfy the following two requirements :

a — Equilibrium, the internal elements forces acting at each joint must equilibrate the externally applied load at joint.

b — Compatibility, the element deformations must be such that they meet at the nodal points in the loaded conditions.

Generally two methods are used for the construction of the finite element, namely continuous element and gridwork element.

### 1.1. Continuous element method :

In this method, the material properties of the original system being retained in the

individual elements. The evaluation of the stiffness matrix of the element is based on one of two assumptions. The first, is the considering the form of displacement and the second is considering the stress distribution within the element. The stress and moment distributions at any points inside the elements can be determined in terms of joints generalized displacements.

### 1.2. Gridwork method.

A plate may be idealized into an equivalent gridwork that will then simulate its behaviour exactly at certain corresponding points. In designing an equivalent grid, each plate element give its own contribution to the flexural and torsional properties of the relevant gridbeams. The cross-sectional properties of the members are obtained by equating the rotations of joints of the grid with those of an element of plate, when both are subjected to statically equivalent moments and torques. In the analysis, the stiffeners can be taken into account in parallel to the stiffness of side beams of equivalent element. A new approach for the analysis of the stiffened plate, which will be explained in this work, is based on transferring the stiffened plate to an equivalent grillage by using a gridwork element constructed by Mohsen<sup>2</sup>. The main work in the analysis is the assembly of the stiffness matrix which represents the linear relations between joint displacement and external forces vectors, then we compute the joint displacements.

### 2. Derivation of the overall stiffness matrix.

The assembly of the stiffness matrix of the stiffened plate Fig. 1. is considered the main problem in the analysis. The assembly is based on the application of the equilibrium method<sup>1</sup> on the different members of the equivalent grillage.

#### 2.1. Assumptions :

1. The stiffened plate and consequently the equivalent grillage are considered as a linear structure such that :

# ANALYSIS OF STIFFENED PLATES BY GRIDWORK METHOD

*By*

Dr. FAIK FAHIM MAHMOUD

## *Summary*

The present work is a new approach for the analysis of the stiffened plate by using matrix method. The analysis is based on a new gridwork model investigated by Mohsen and Sadek<sup>1</sup>. The stiffened plate is transformed to an equivalent grillage. The flexural properties of the grillage members depend on the flexural rigidity of both plate and stiffeners. The effect of position, numbers and direction of stiffeners on the flexural behaviour of plate are studied.

## *Symbols :*

A	member cross sectional area
a	plate length
D	flexural rigidity of plate
d	displacement vector
E	Young's modulus
G	modulus of rigidity
I	second moment area
k	stiffness
L	member length
M	moment per unit length of plate
m	moment
p	force vector
x, y, z	member coordinate system
x, y, z	structure coordinate system
$\alpha$	angle between x, x direction
c	$\cos \alpha$
s	$\sin \alpha$

## *Subscripts*

1,2	end number of the member
$\phi$	for torsional properties
s	for stiffeners
L	for longitudinal stiffeners
T	for transverse stiffeners

## *1. Introduction :*

The structural plates have been widely used in the aerospace and aeronautical industries, hence, the analysis of plate in flexure has received the attention of a great number of investigations. A large amount of work has been published giving approximate as well as exact solutions for particular plate problems. Unfortunately, these solutions have been limited to particular cases.

The stiffened plates subjected to lateral loads have been studied by using two approximate techniques. The first one based on the reduction of the composite structure to a continuous plate. The rigidities per unit length in the two directions are equal to the sum of the plate and effective rigidities of the stiffeners distributed along the length and width of the plate. Hopmann<sup>4</sup> used an experimental method to determine plate stiffnesses. Once these stiffnesses have been determined by tests, it may be used in calculating bending and deflections for plate of identical stiffness distribution. Radok, Irning and Mullineux<sup>5</sup> considered the stiffeners as being equivalent to effective load, represented by a diracdelta functions or triangular loading along strips of finite width. Then carry on the analysis by using the double





## EDITING COMMITTEE

Prof. Dr. AHMED A. EL-ERIAN

*Editor in Chief*

Prof. Dr. OSSAMA EL-KHOLY

Eng. EZZ EL-DIN FARAG

Prof. Dr. MOHAMED FAHIM SAKR

Eng. MEDHAT EL-ALAYLY

Prof. Dr. YAHIA M. EL-AGAMAWI

} *Editors*

Eng. IBRAHIM ASSAF

*Treasurer*

## **INFORMATION**

- The editors welcome for publication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretariat at the address of the Engineering Society at Cairo.

## **SUBSCRIPTIONS**

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T. 60 per annum.

Subscription for others P.T. 200 per annum.

## **HEAD OFFICE**

Egyptian Society of Engineers,

28, Ramses Avenue, Cairo.

Tel. 52106

## **ADVERTISEMENTS**

*Sole agents for advertisements appearing in this periodical.*

Moassasset Misr for Printing and Publication.

19, Str., Souk El Tawfikieh, Cairo.

Tel. 72192

**JOURNAL OF  
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS  
U.A.R.**

**QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS**

ISSUED BY

**THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS—U.A.R., CAIRO**

**Vol. IX — No. 3 July-August-September 1970**

**C O N T E N T S**

**ENGLISH SECTION**

*Page*

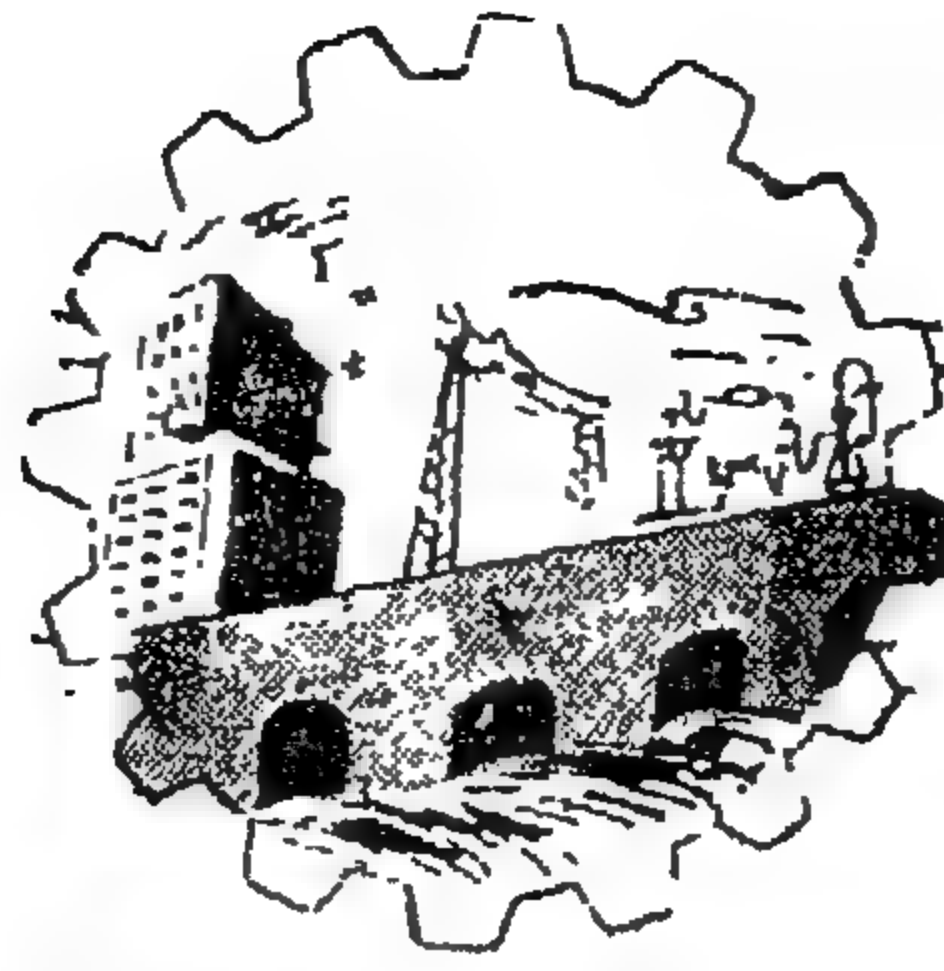
- |  |                                    |    |
|--|------------------------------------|----|
| — Analysis of stiffened Plates.                      | By. Dr. FAHIM MAHMOUD ... ..       | 7  |
| — On the Detection of high powered explosions.       | By. Dr. ESSAM MITWALLY ... ..      | 25 |
| — Hypersonic viscous flow over bodies of revolution. | By Dr. MOHAMMED NABIH WAGDY ... .. | 34 |

**ARABIC SECTION**

- |                                       |                                  |   |
|---------------------------------------|----------------------------------|---|
| — Design of Protective Constructions. | By. Eng. EZZ-EL-Din FARAG ... .. | 7 |
|---------------------------------------|----------------------------------|---|





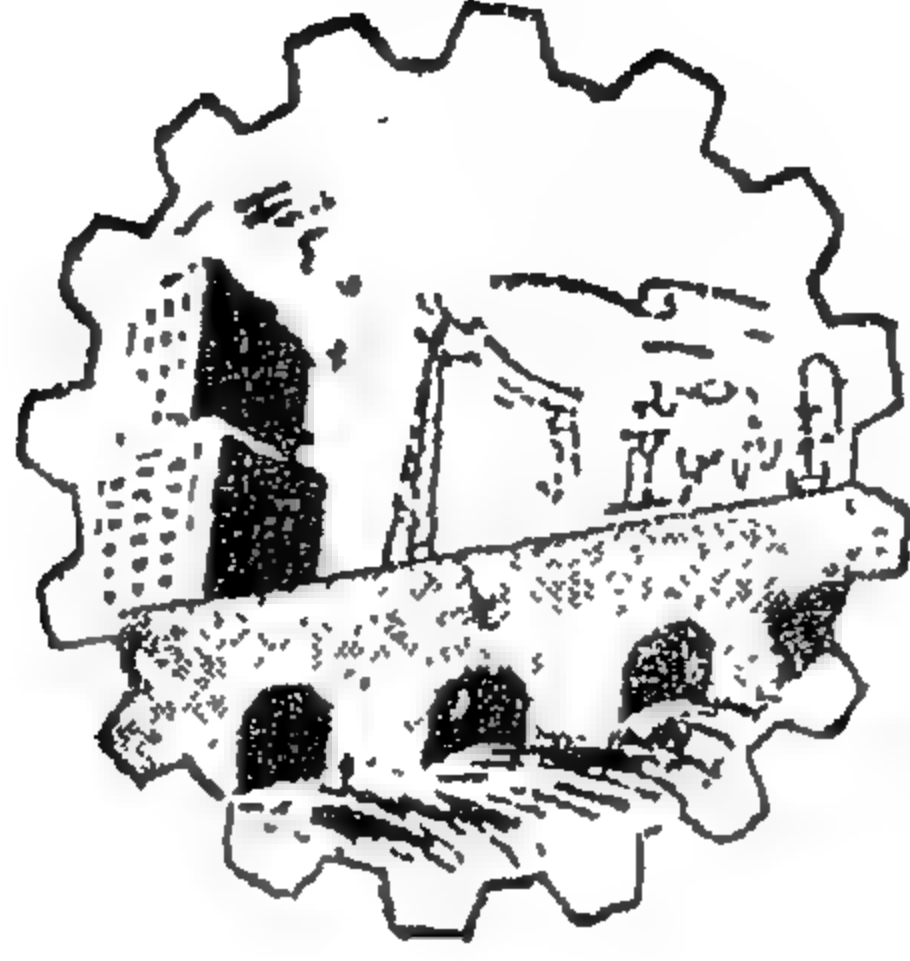


JOURNAL OF  
THE EGYPTIAN SOCIETY  
OF ENGINEERS  
U. A. R.

July-August-September 1970.

Vol. IX

No. 3



مجلة

جمعية المهندسين

المصرية

أكتوبر - نوفمبر - ديسمبر ١٩٧٠

المجلد التاسع

العدد الرابع

رسم الإيداع بدار الكتب المصرية ١٩٧٠/٢٩٨





مجلة

جمعية المهندسين

المصرية

مجلة علمية هندسية - تصدرها كل ثلاث شهور

جمعية المهندسين المصريين بالقاهرة

السنة التاسعة العدد الرابع أكتوبر - نوفمبر - ديسمبر ١٩٧٠

## محتويات هذا العدد

### القسم العربي

صفحة

- أثر الحديد على عمارة القرن التاسع عشر ... ..  
للدكتور المهندس عصام الدين عبده بدر }  
٧ { والدكتور المهندس محمد سامي الشافعي  
الأسيتيلين - صناعته وتداوله واحتياطات الأمان الواجب اتخاذها :  
١٧ للمهندس أحمد علي عمر

### القسم الأجنبي

- طريقة جديدة لعمل موازنة دينامية كاملة لتركيب الأربعة أضلاع ذات  
الأزواج اللغافة ... ..  
٧ للدكتور المهندس محمد يوسف محمد عفيفي  
مشروع لمحة عمل بطاقة الرياح على شاطئ البحر الأحمر ... ..  
١٥ للدكتور المهندس محمود فوزي عبد العزيز  
التحكم المركزي التلقائي لشبكات القوى الكهربائية ... ..  
٢١ للدكتور المهندس مدحت أديب نصر  
الإنهيار المفاجيء للسفن الملاحومة والمبنية من الصلب المنتج محليا ... ..  
٣٠ { للدكتور المهندس يحيى قاييل  
والمهندس أحمد فرحات  
بحث الخصائص التيممية ، وحت وتذرية بيرت الحديد في الحالة المعينة  
٤١ { للدكتور المهندس محمد مختار الحلوجي  
والدكتور جورج عطا الله قلتمسه  
والكيميائي عفاف عبد الحميد  
أثر الزمن على خواص النيوبيوم - الجهد ... ..  
٤٩ للدكتور المهندس أحمد محمود عمر  
تنسيق عوازل الجهد العالي ... ..  
٥٩ للدكتور المهندس أسعد زيتون  
العوامل المؤثرة على تفاعلية أقراص الترشيح ... ..  
٧٠ { للدكتور المهندس محمد زكي حتوت  
محمد فكري شابي  
محمد محمود الجندي

# بيانات

## مقر المجلة جمعية المهندسين المصرية ٢٨ شارع راسيوس بالقاهرة تليفون: ٥٢١٠٦

- جميع أعضاء جمعية المهندسين مشتركون في المجلة بحكم عضويتهم
- الاشتراك السنوي لغير الأعضاء : ٦٠ - للمهندسين ١٠٠ - للهيئات
- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بجمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية وأى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التى تنشر بها وتعتبر عن رأى كاتبها فقط.

الإعلانات  
مؤسسة مطبوعات والطباعة والنشر  
القاهرة : ١٩ شارع سوق التوفيقية تليفون : ٥٩١٠٩



## لجنة التحرير

رئيس التحرير      الأستاذ الدكتور      أحمد علي العريان

الأستاذ الدكتور	أسامة الخولي	} أمناء التحرير
المهندس	عزالدين فرج	
الأستاذ الدكتور	محمد فهمي صقر	
المهندس	مدحت العلايلى	
الأستاذ الدكتور	يحيى العجماوى	

أمين الصندوق      المهندس      ابراهيم عساف



# أثر الحديد على عمارة القرن التاسع عشر

للككتور المهندس عصام الدين عبده بدر  
والدكتور المهندس محمد سامي السافى

## مقدمة

في نهاية القرن الثامن عشر كان الحجر والطوب والخشب هي مواد البناء الرئيسية المستعملة ، ولم تستخدم المعادن بصفة عامة الا نادراً وذلك كمادة إنشائية مساعدة كما نجد في بعض الأمثلة لعمارة الإغريق والرومان كالاستخدام أسيخ من البرونز في تسليح أقيية حمامات كركلا ، واستخدم الحديد أيضاً بخواصه الإنشائية مادة تعمل الشد Tension..... كأحزمة Tension rings... حول قبة كاتدرائية سان بيتر بروما ليكييل أنجلو (١٥٤٦) وكذلك بقبة كاتدرائية سان بول لسير كريستوفور بلندن (١٦٧٥ - ١٧١٠) .

وقد بدأ استخدام الحديد كمادة إنشائية أساسية منذ استطاع الإنسان إنتاجه اقتصادياً بكميات وفيرة حوالي عام ١٧٥٠ . ويمتد التوسع في إنتاج الحديد حجر الزاوية لقيام الثورة الصناعية بأوروبا والتي كان لها أثر بعيد في تقدم طرق البناء وتغير المفهوم المعماري .

وقد كان الحديد في بداية تصنيعه — كحديد زهر Cost iron..... ضعيفاً في مقاومته للشد وبالتقدم في صناعته وتحسن خواصه أمكن إنتاج الحديد المطاوع Wrought iron..... الذي استخدم إنشائياً في الحديد الزهر في الأماكن التي تحتاج إلى مقاومة الشد . وقد استطاع هنري كورت Henry Cort في عام ١٧٨٤ تحويل الحديد المطاوع إلى صلب steel لأول مرة وقد تبعت ذلك محاولات عدة للتوسع في إنتاج الصلب وتحسين خواصه حتى أصبح اليوم مادة إنشائية لها خواصها المعروفة والتي مكنت من استخدامه بكفاية عالية .

## تطور انشاء الكبارى

كانت الكبارى هي المجال الرئيسي لاستخدام الحديد كمادة إنشائية رئيسية وذلك بعد أن أمكن التوسع في إنتاجه اقتصادياً . ففي عام ١٧٥٥ صمم أول كوبرى من الحديد الزهر عبر نهر الرون بمدينة ليون ببحر span يبلغ ٢٥ متراً ولكن هذا المشروع لم ينفذ وذلك لعدم إمكان تصنيع أجزائه بالمقاسات المطلوبة .

## وقد أنشئ أول كوبرى في عام ١٧٧٥ - ١٧٧٩ من

الحديد الزهر عبر نهر سفرن Severn بالإنجلترا ببحر يبلغ ٣١ متراً (شكل ١) وقد قام بتصميمه على نحو يشابه اللشآت الخشبية المهندس بريتشارد T.F. Pritchard . ويتكون من خمسة عقود نصف دائرية تقريباً صنع كل عقد منها من نصفين متكاملين . وقد حقق هذا الكوبرى بساطة في التعبير لم تكن معهودة في الأعمال الإنشائية المعاصرة والتي كانت

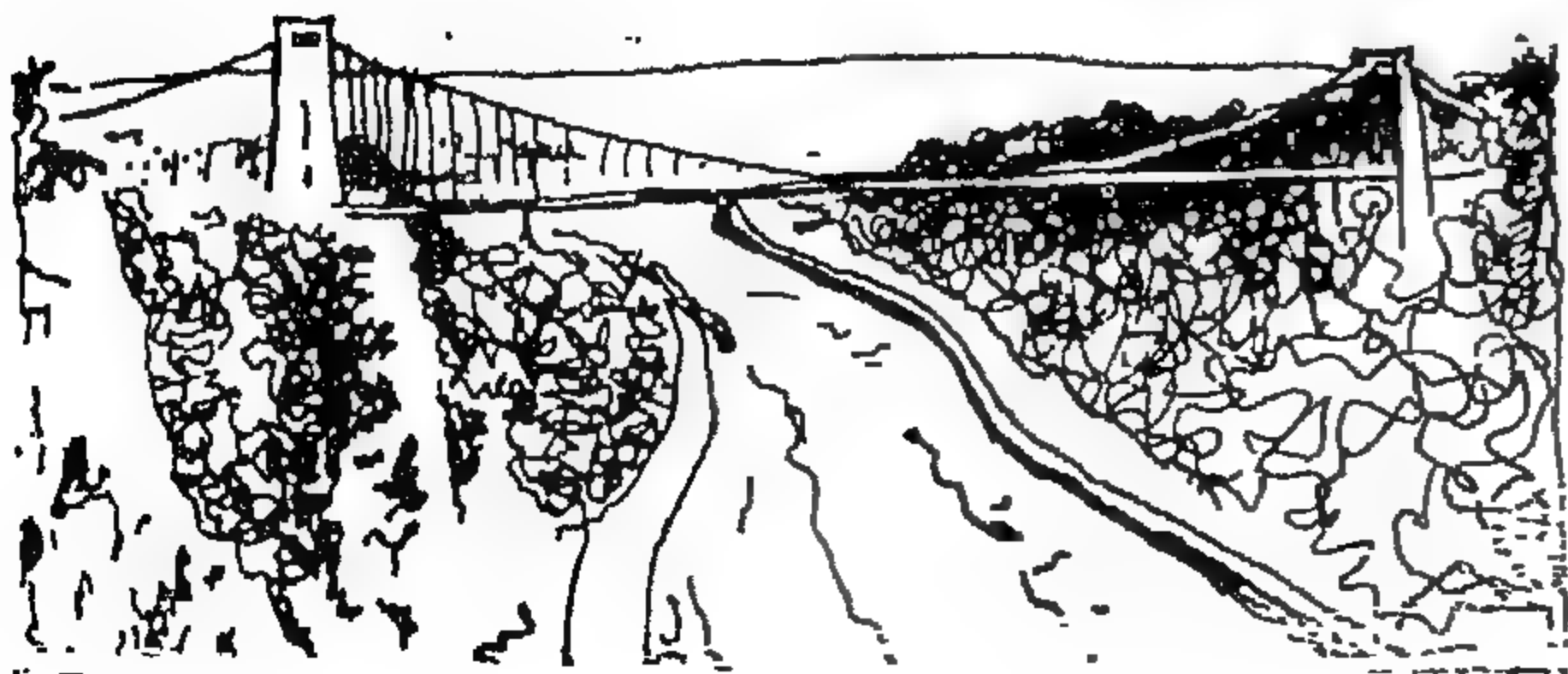


عام ١٨١٥ بعمل كوبرى عبر نهر سبي Spey باسكتلندا ،  
وقد استخدم فى إقامته الحديد بنفس الطريقة المتبعة فى  
الإنشاءات الخشبية .

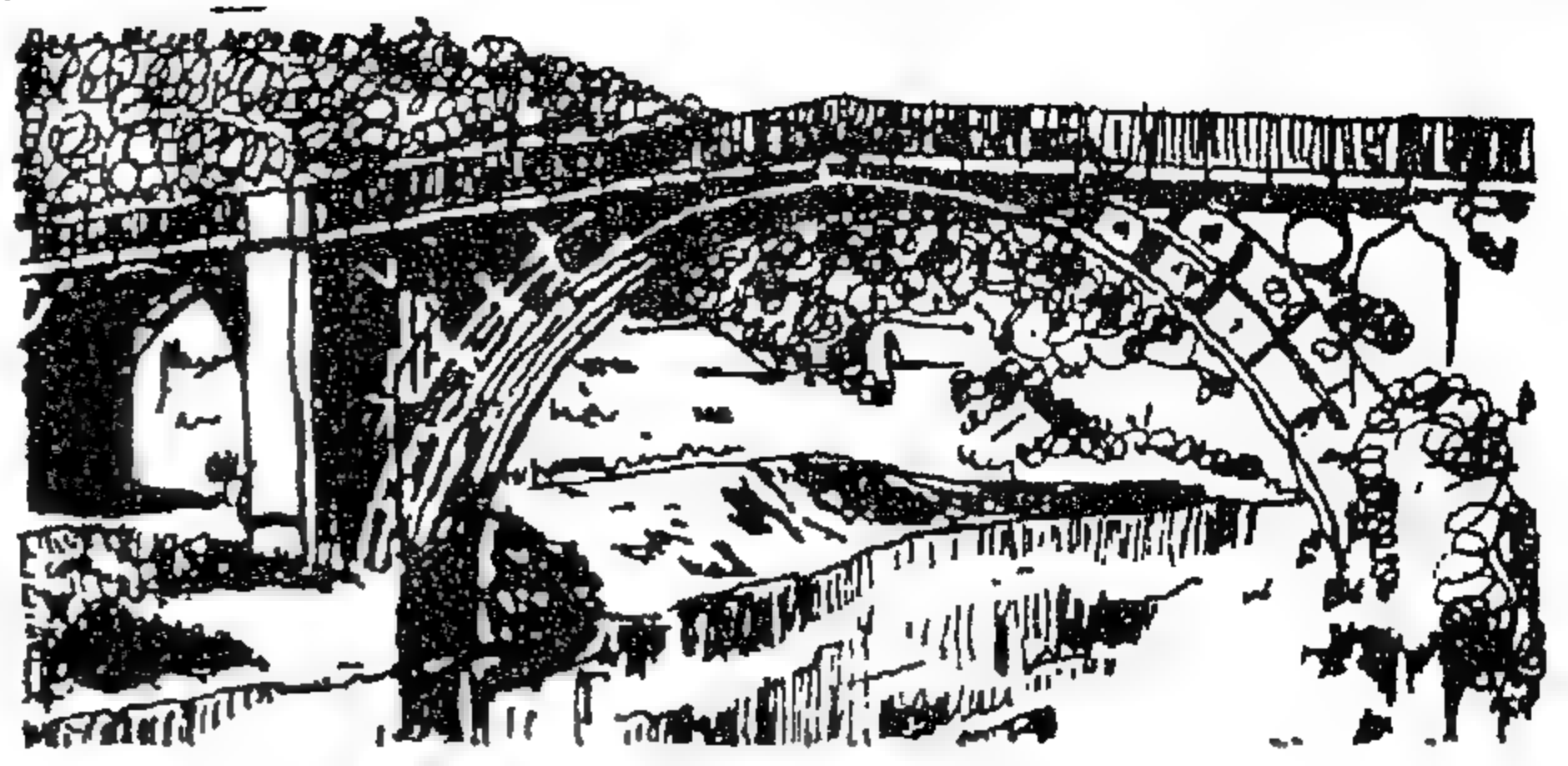
أما فى باقى أجزاء أوربا فإن الأمثلة الأولى لاستعمال  
الحديد فى إنشاء الكبارى لم تكن ذات قيمة إنشائية تذكر  
وكما أنها لم تصل فى بحورها إلى نظيراتها فى إنجلترا .

بدخول الحديد المطاوع والذى يتميز بمقاومته العالية  
فى الشد بدأ تطور جديد فى إنشاء الكبارى وهو الكبارى  
المعلقة وقد أنشئ أول كوبرى من هذا النوع عام ١٨٩٦  
فى شمال أمريكا ، وقام بتصميمه المهندس جيمس فنلى  
James Finley ليعبر به بحراً يبلغ ٢١ متراً كما قام فنلى  
بإنشاء مجموعة أخرى من الكبارى المعلقة كان أطولها  
الكوبرى عبر شلالات شنيكل Schnylkill ويبلغ بحره  
٩٣,٠٠ متراً ومن أشهر بناء الكبارى المعلقة فى أمريكا  
المهندس جون روبلنج John A. Roebling ومن أهم  
أعماله كوبرى بروكلين بنيويورك ( ١٨٦٨ ) ، والذى يبلغ  
بحره ٤٨٦,٠٠ متراً (شكل ٤) .

وقد تأثر توماس تلفورد بهذا النوع من الكبارى ،  
وقام بدوره بإنشاء كبرى معلقة فى إنجلترا تجاوزت بحورها  
المائة متر ، وتبعه فى ذلك مهندسون آخرون من أشهرهم  
إيسامبارد بروئل الذى قام بتصميم كوبرى كليفتون  
Clifton المعلق فى بريستول ( شكل ٢ ) والذى يبلغ بحره



(شكل ٢) كوبرى كليفتون Clifton بريستول ١٨٢٦ بحر  
٢٠٠ المهندس إيسامبارد بروئل Isambard Brunel



( شكل ١ ) كبرى سفرون Severn بإنجلترا (١٧٧٥ - ١٧٧٩)  
بحر ٣١ متر - المهندس بريتشارد T.F. Prich

الزخارف تكون عنصراً جوهرياً فى تكوينها وبهذا يعتبر هذا  
الكوبرى بداية طريق لتطور المفهوم المعماري نحو البساطة  
والتميز الإنشائي السليم والتفكير المعماري المنطقي .

تلى إنشاء كوبرى سفرون مجموعة من الكبارى بإنجلترا حاول  
المهندسون فيها اجتيازاً بحراً كبيرة نسبياً ومن أهم هذه الكبارى  
كوبرى نهر سندرلاند Sunderland فى شمال شرق إنجلترا  
( ١٧٩٣ - ١٧٩٦ ) والذى يبلغ بحره ٧٣ متراً وقد قام  
مهندس التصميم رولاند بوردونز Rowland Burdons  
من ستة عقود بسيطة الأنحاء flat arches من الحديد  
الزهر ومربوط بعضها البعض بواسطة شدادات من الحديد  
المطاوع ويتكون كل عقد من ١٥ قطعة كل منها على شكل  
شبه منحرف مفرغ وتجمع مع بعضها بطريقة تشابه العقود  
الحجرية وقد أثار هذا الكوبرى كثيراً من الإعجاب وذلك  
لقلة كمية المادة الإنشائية المستخدمة وذلك على الرغم من  
عدم استخدام الحديد بإمكانياته الإنشائية التى تتفق مع  
خواصه على الوجه الأكمل .

وقد قام المهندس توماس تلفورد Thomas Telford

بعد خضبة أعوام من إقامة كوبرى سندرلاند بعمل تصميم  
لكوبرى لندن يبحر يبلغ ١٧٣ متر وذلك على نفس النمط  
الإنشائي الذى اتبعه كوبرى سندرلاند ، وقد اعتبر فى ذلك  
الوقت نصراً إنشائياً هاماً نظراً لسكب البحر رغم أن  
التصميم لم يخرج إلى حيز التنفيذ كما قام توماس تلفورد فى

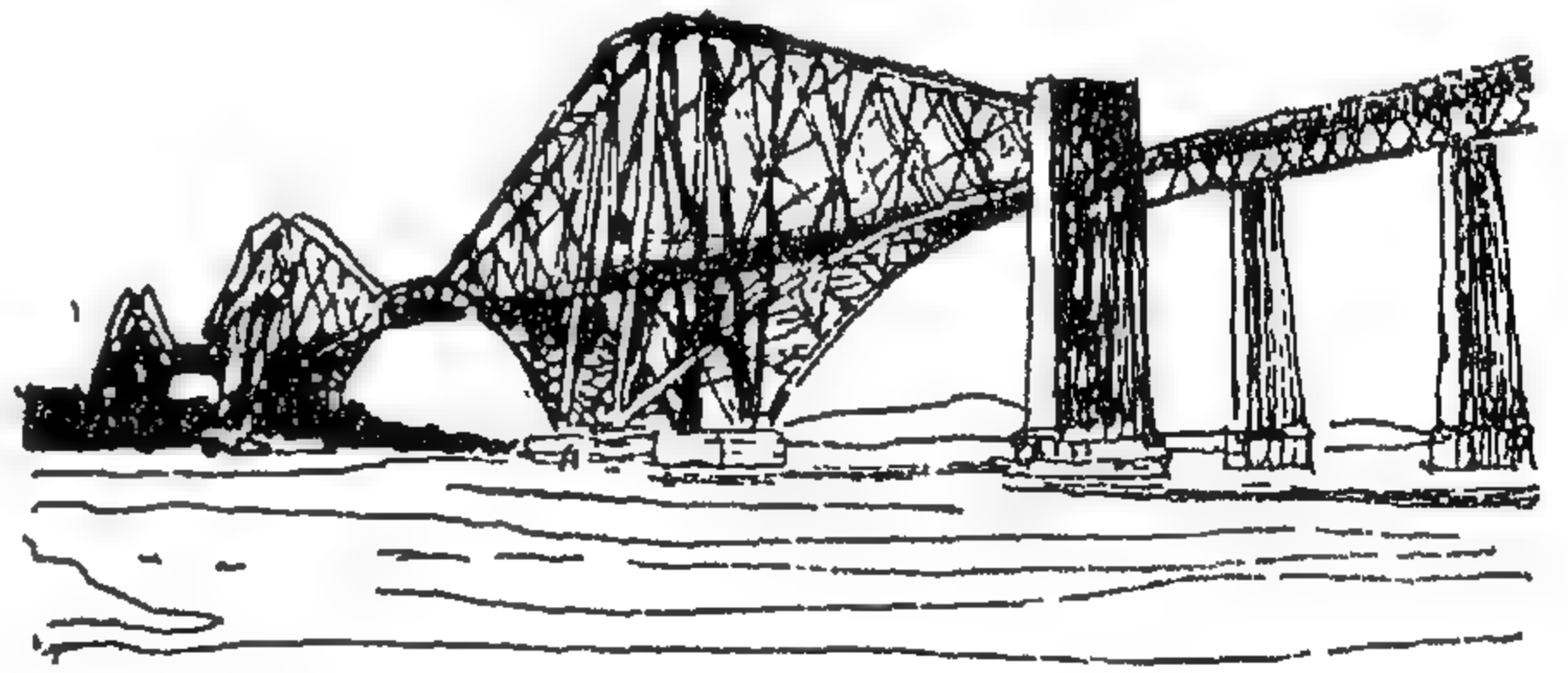
### بدء استعمال الحديد في المباني :

بدء استعمال الحديد في المباني كمادة إنشائية بديلاً للخشب الذي كان عرضة للحريق من وقت لآخر ، وقد أصبح ذلك ممكناً منذ الوقت الذي زاد إنتاج الحديد فيه إلى الحد الذي يسمح باستعماله كمادة إنشائية اقتصادية . وقد حل الحديد أول الأمر محل الخشب في عناصر إنشائية كالأعمدة أو في الأسقف ثم تطور استعماله بعد ذلك حتى أصبح الهيكل الإنشائي بأكمله من الحديد .

وقد استعملت الأعمدة من الحديد الزهر منذ نهاية القرن الثامن عشر خاصة في محال القطن بإنجلترا والتي احتاجت ما كيناتها إلى توفير أكبر فراغ ممكن بأقل عوائق إنشائية ثم عم استعمالها بعد ذلك في مباني مختلفة الأغراض كالمعارض والأسواق والمسكبات وقد لعبت دوراً هاماً في التطور الإنشائي لناطحات السحاب بشيكاغو كما استعملت كثيراً في إنجلترا وفي أمريكا في إنشاء الواجهات وتكوينها ، ومن الأمثلة الأولى مبنى Royal Pavilion في برايتون Brighton ١٨١٨ — ١٨٢١ بإنجلترا للمهندس جون ناش John Nash وتظهر فيه الأعمدة بارتفاع كبير مما أعطاه شكلاً يقارب جذوع النخيل وأكد المهندس ذلك بتشكيل تيجان لها على شكل أوراق النخيل وذلك في الفراغ المخصص للمطبخ وكانت نسب هذه الأعمدة تعتبر شيئاً غريباً وذلك في وقت كانت فيه النسب الكلاسيكية تسيطر على أي تكوين أو شكل معماري وتعتبر بذلك عن بداية لثورة ضد قوانين النسب الكلاسيكية .

ومن أوائل الأمثلة لاستعمال الحديد في الأسقف مبنى المسرح الفرنسي Théâtre Français (١٧٨٦) لمهندس المسارح المشهور فيكتور لويس ومخزن للفحم للمهندسين بيلاجيه Pellange وبرونيت Brunette (١٨١١) ويظهر في كلا المثلين التأثير الواضح بالأشكال الإنشائية التقليدية للخشب ويذكر ذلك بما اتبع في الكبارى الحديدية الأولى والتي استعمل فيها الحديد كبديل للخشب أو الخشب .

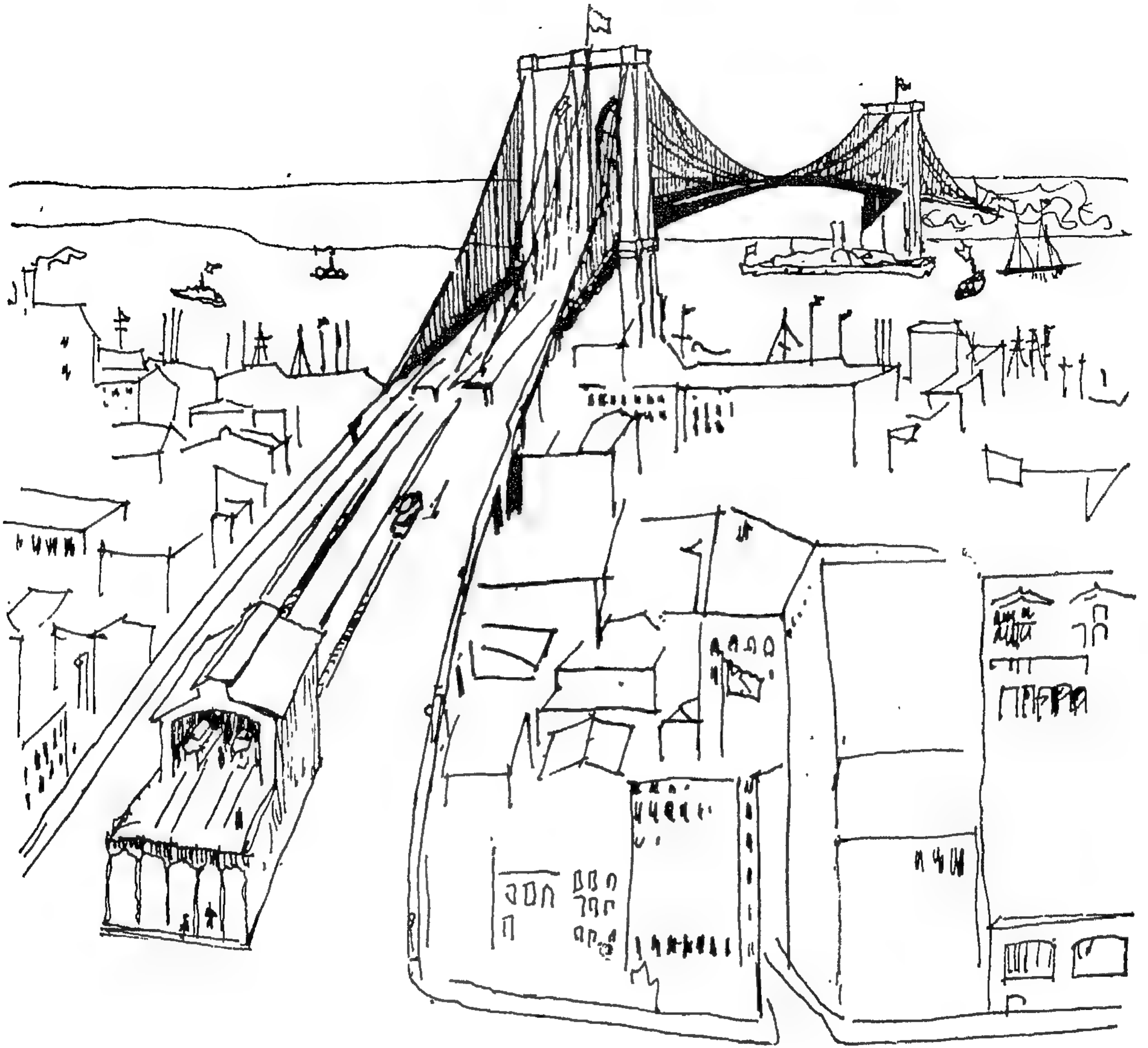
٢٠٠ متراً ( ١٨٣٦ ) وكذلك نجد أمثلة أخرى في أوروبا للكبارى المعلقة ومن أهمها الكوبرى الذي بناه مارك سيجوين عبر نهر الرون في تورنون بفرنسا ( ١٨٢٤ ) . وفي النصف الثاني من القرن التاسع عشر بدأ إنشاء الكبارى باستعمال عقود أو كمرات من الصلب ومن أهم الأمثلة الأولى كوبرى بريطانيا على الساحل الغربي بإنجلترا ويتكون من فتحتين يبلغ بحر كل منهما ١٤١ متراً وقد بتصميمه المهندس روبرت ستيفنسون مستخدماً كمرة ذات قطاع صندوق الشكل وقد اعتمد تطور هذا النوع من الكبارى على التقدم في حساب الإنشاءات وخاصة في حساب الإنشاءات الشبكية Lattice Structures . . . وكذلك في إدخال أنواع جديدة من النظم الإنشائية Structural Systems ذات الكفاءة العالية ومن أهمها كمرة جربر Gerber beam والتي طبق استعمالها في كثير من كبارى أوروبا وأمريكا ومن أشهر التطبيقات كوبرى فيرث أوف فورث Firth of Forth بإنجلترا والذي يتكون من فتحتين أساسيتين يبلغ بحر كل منهما ٥٢١ متراً وقد قام ببنائه المهندس ب . بيكر في عام ١٨٨٣ — ١٨٩٠ ( شكل ٣ ) .



( شكل ٣ ) كوبرى فيرث أوف فورث Firth of Forth ١٨٨٣ — ١٨٩٠ بحر ٥٢١ متر المهندس B. Barker

وقد كشفت تلك الكبارى الخواص الإنشائية للحديد في أوضح صورها وسرعان ما حاول الإنشائيون استعمال الحديد في أعمال البناء وفي مجالات غير مجال إنشاء الكبارى فحسب وبذلك صاحب تطور إنشاء هذه الكبارى بجميع أنواعها تطور مرادف له في المباني .





(شكل ٤) كوبرى بروكلين Brooklyn بنيويورك (١٨٦٨) يجر ٤٨٥ متر المهندس جون روبلنج John Roebling

القوطية إلى الوجود كأداة للتعبير المعماري ومصدراً للناحية الجمالية aesthetic .. وقد بدأ استعمال الزجاج والحديد معاً في إنشاء الأسقف المقببة بإنجلترا وفرنسا وذلك لبعض القاعات المخصصة للاجتماعات مثل مبنى Galerie d'Orléans بباريس (١٨٢٩ - ١٨٣١) للمهندس فوتين Fontaine .. ولكن الأعمدة الحاملة للأسقف ظلت من الحجر وكان أول مبنى اقتصر إنشاؤه بالكامل على استعمال الحديد والزجاج

وقد كان لاستعمال الزجاج مع الحديد أثر كبير في تطور العمارة بصفة عامة ، فمن ناحية المفهوم الفراغي space concept بدأ الاندماج بين الفراغ داخل المبنى والفراغ خارجه والذي يعتبر أساس تطور العمارة للعاصرة ، كما أنه أثر على تطور المفهوم الإنشائي حيث أصبح الهيكل المعدني مجرداً ودون أى غلاف مادي يؤثر على تعبيره الإنشائي وبذلك عاد المفهوم الإنشائي والذي افتقدناه منذ العمارة



تحملة لعزوم الانحناء فان المهندس الإنشائي توصل إليه بفريزة وإحساس إنشائي خلاق ، وقد عم استعمال مثل هذه السكرات مع تغييرات بسيطة في أبعاده في النصف الأول من القرن التاسع عشر وفي عام ١٨٤٥ أمكن في فرنسا إنتاج الحديد المسحوب لأول مرة بأبعاد مختلفة حسب المتطلبات الإنشائية .

كان هذا المحاج الخطوة الأولى نحو إنشاء مصانع ومخازن وأبنية عامة مختلفة على نفس النمط الإنشائي وذلك في إنجلترا وفرنسا كما ساد تطبيق هذا الإنشاء في أمريكا في بناء مخازن البضائع الكبيرة في بوسطن وسانت لويس ونيويورك وغيرها من المدن الهامة والتي كانت النواة الأولى في تطور مدرسة شيكاغو للعمارة وهو التطور الذي اعتمد أساساً على الهياكل الحديدية في إنشاء المباني العامة وناطحات السحاب .

ومن أهم المهندسين الذين ينتمون إلى هذه الفترة هنري لابروست ( ١٨٠١ — ١٨٧٥ ) Henri Labrouste وقد تلقى تعليمه في مدرسة الفنون الجميلة بباريس وحصل منها على جائزة روما الكبرى والتي تتيح له السفر إلى روما لدراسة آثارها وخلال للذة التي قضاها في روما تأثر كثيراً بالمنطق الإنشائي للآثار الرومانية دون أن يتأثر بالأشكال الناتجة عنها أو يحسبها صالحة للعصر الذي يعيش فيه بامكانياته ومواده الجديدة ثم عاد إلى باريس في عام ١٨٣٠ ليبدأ عمله كمعماري وإنشائي في نفس الوقت وليبدأ حرباً ضد مبادئ التعليم المعماري في مدرسة الفنون الجميلة والتي اعتمدت أساساً على النقل من الطرز القديمة واعتبرت العمارة فرعاً من الفنون دون اعتبار يذكر للنواحي الإنشائية وقد أسس لابروست مدرسة للتعليم المعماري تعتمد أساساً على المنطق الإنشائي ونادى بأن يكون الإنشاء نفسه هو الوسيلة الوحيدة للتعبير المعماري ومصدراً للنواحي الجمالية وأن يكون الشكل المعماري لأي مبنى متلائماً مع الوظيفة التي يؤديها . وقامت مدرسة الفنون الجميلة بدورها بمعارضة ما أسمته بمدرسة لابروست المنقطعية ولم يسند إليه أي عمل حتى الأربعينات من القرن التاسع عشر .

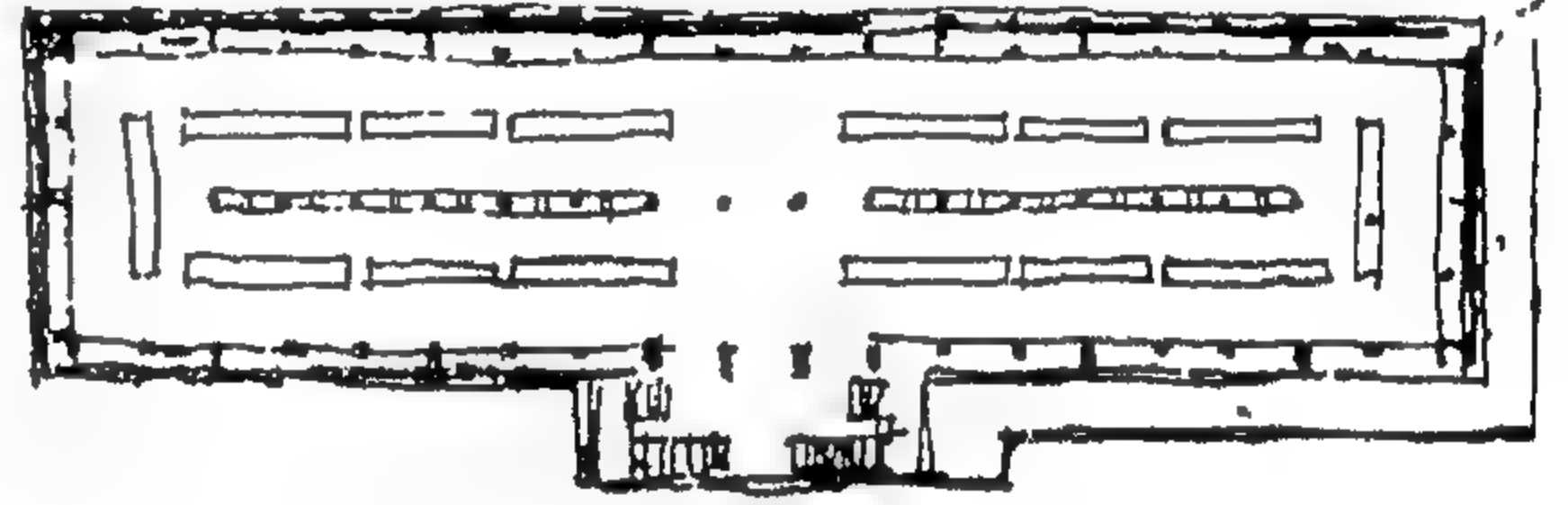
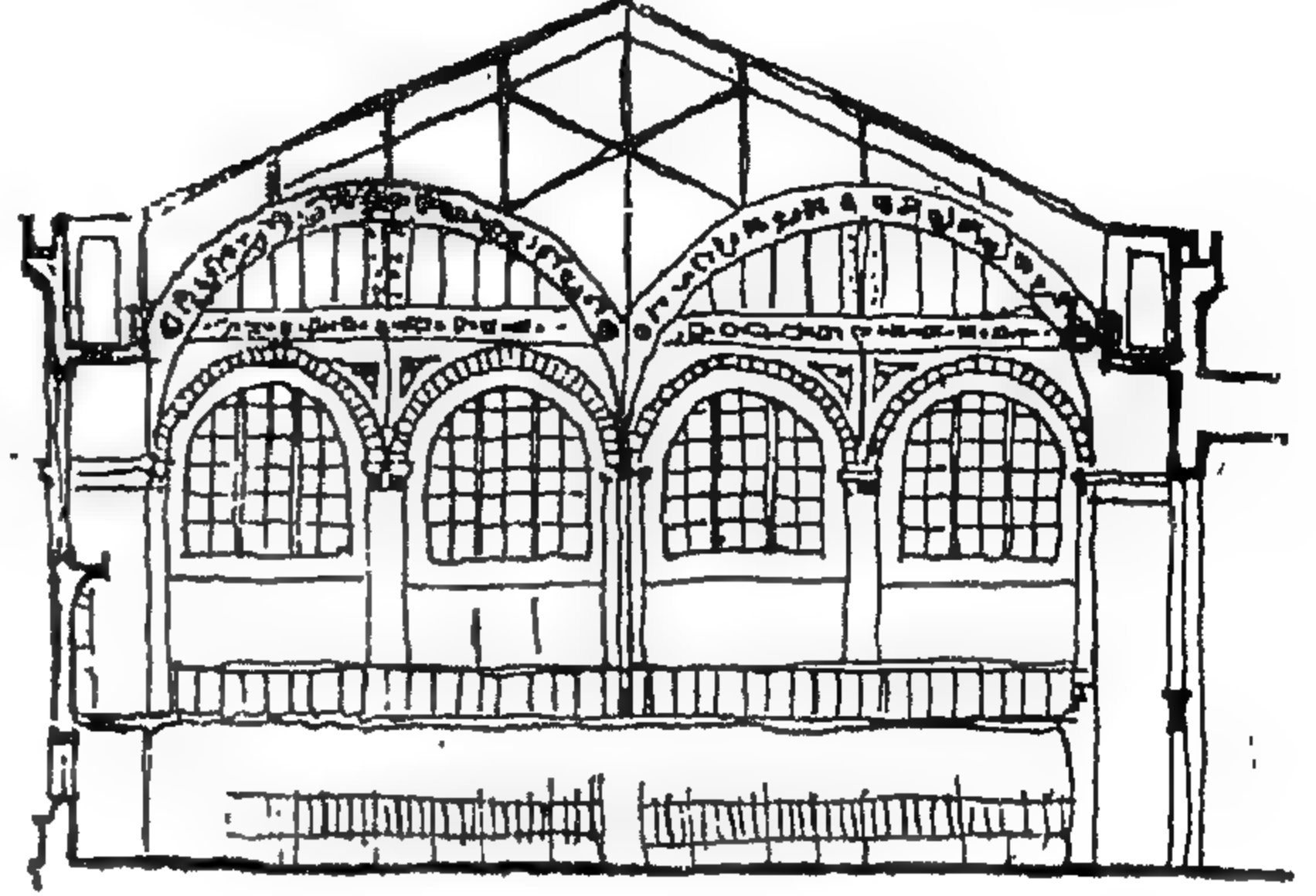
هو مبنى حفظ النباتات الملحق بمتحف التاريخ الطبيعي بباريس ( ١٨٣٣ ) للمهندس روهولت Rouhault وقد استخدمت فيه ألواح زجاجية كبيرة وكانت القطاعات المستخدمة في الهيكل الإنشائي صغيرة بالنسبة إلى القطاعات الخشبية التي كانت تستعمل في مثل هذه المباني . وقد ساعد ذلك على دخول الضوء بكميات كبيرة إلى الداخل وسمى المبنى في ذلك الوقت بالحديقة الزجاجية . ويعتبر هذا المبنى نقطة البداية لكثير من مباني غيره لحفظ النباتات في أوروبا بوجه عام والتي استوحى منها عالم النباتات والمهندس جوزيف باكستون Joseph Paxton معرضه المشهور قصر الكريستال Crys tal Palace ( شكل ١١ ) والذي كان بداية لسلسلة من المعارض تعتبر الأساس للتطور المعماري نحو المنطق والاستخدام السليم للمواد والاعتماد على الإنشاء بمعناه العلمي للحصول على عمارة سليمة جادة .

### نحو الإنشاء الهيكلية

في بداية القرن التاسع عشر لم يعد استعمال الحديد قاصراً على عناصر إنشائية كالأعمدة أو الأسقف فحسب ، بل تطور إلى إنشاء أعمدة من الحديد الزهر تتصل بها كمرات أو عقود من الحديد المطاوع وذلك في هيكل إنشائي داخلي يحيطه من الخارج غلاف من الحوائط السمكية حيث كان الطابع الكلاسيكي للواجهات ما زال مسيطراً في العمارة .

وقد بدأ ذلك التطور الهام في إنجلترا عام ١٨٠١ عند إنشاء محلج للقطن بسالفورد في مانشستر Salford, Manchester للمهندس بولتون وات Boulton Watt وكان المبنى يتكون من سبعة أدوار وأقيم على قطعة أرض ٤٣ × ١٣ م وترتكز الأسقف على كمرات حديدية تمتد بين الحوائط الخارجية للمبنى وترتكز عليها وعلى صفين من الأعمدة الداخلية من المواسير الزهر وضعت على مسافات متساوية ، وقد استعمل لهذه الكمرات قطاع على شكل I-beam وذلك لأول مرة ، ونالرغم من أن حساب الإنشاءات في ذلك الوقت لم يكن تطور بحيث يثبت كفاءة ذلك القطاع في

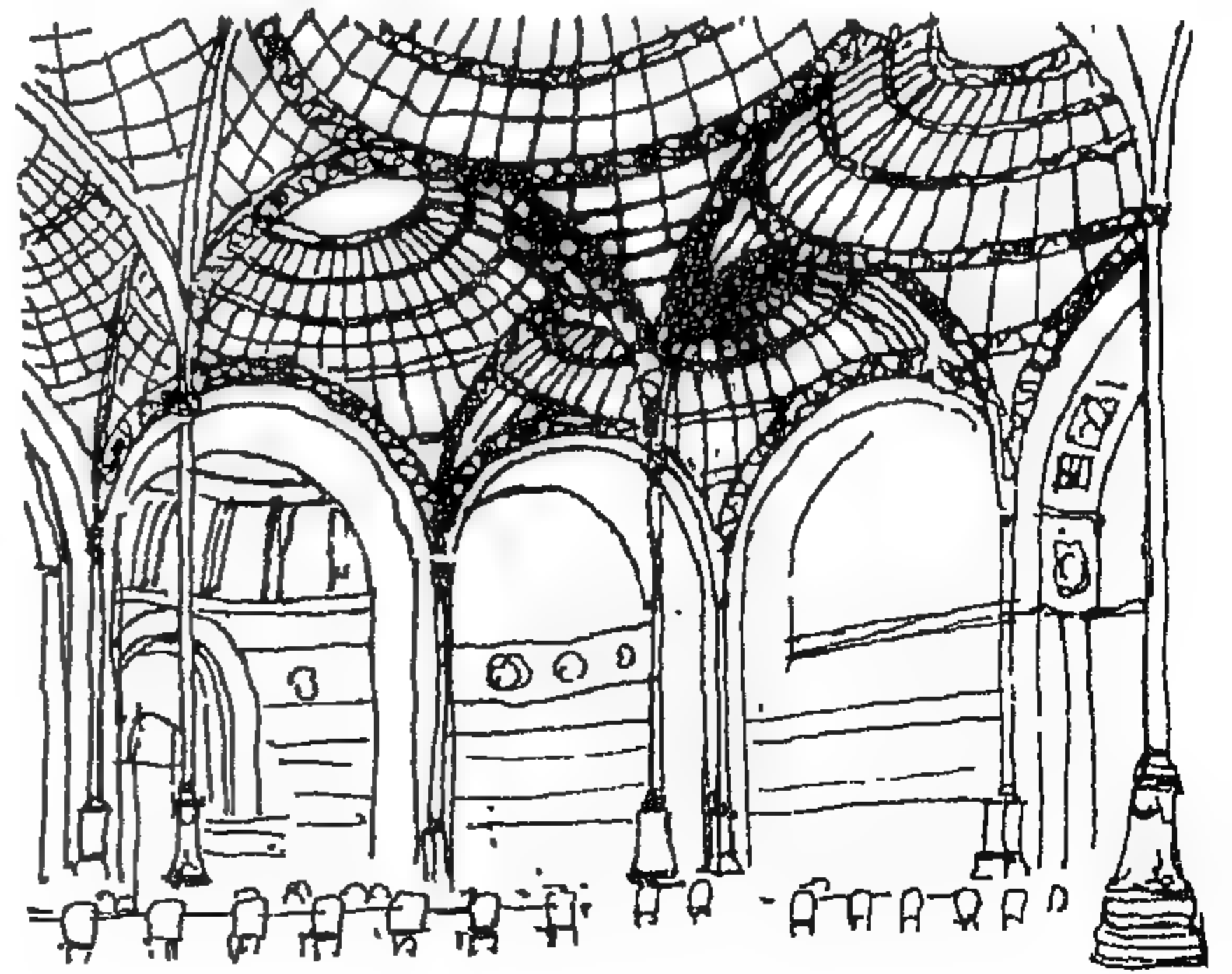
ويعتبر أهم عمالية قام بها لابروست مكتبة سانت جنيف (شكل ٥) (١٨٤٣ - ١٨٥٠) ثم المكتبة الوطنية



(شكل ٥)

مكتبة سان جنيف بباريس St. Geneviève (١٨٤٣ - ١٨٥٠) المهندس هنري لابروست Henri Labroust

(١٨٥٨ - ١٨٦٨) (شكل ٦) بباريس ويتكون الإنشاء فيها من أعمدة داخلية من الحديد الزهر وتحمل عقوداً من الحديد المطاوع ويحيط بذلك الهيكل الإنشائي



(شكل ٦) المكتبة الوطنية بباريس Bibliothèque Nationale المهندس هنري لابروست Henri Labroust

حوائط سميكة تغلفه وذلك على نفس النمط الإنشائي الذي اتبع في محاج سالفورد ، وفي مخزن الكتب بالمكتبة الوطنية وهو المكان الذي لا يقصده الجمهور تخلص لابروست من الزخارف نهائياً واستعمل في أسقف الأدوار به ألواح على شكل جريليات من الحديد الزهر وقد استوحى تصميمه ذلك من أرضيات غرف الماكينات بالسفن التجارية أما السقف العلوي للمخزن فكان سقفاً زجاجياً حتى يتيح إدخال أكبر كمية من الضوء إلى داخل فراغ المخزن ، كما أن لابروست كان من أوائل من استعملوا الحوائط الزجاجية لفصل الفراغات ذات الوظائف المختلفة في مبنى عام ونرى ذلك في الحائط الزجاجي الكبير الذي يفصل مخزن الكتب عن صالة القراءة .

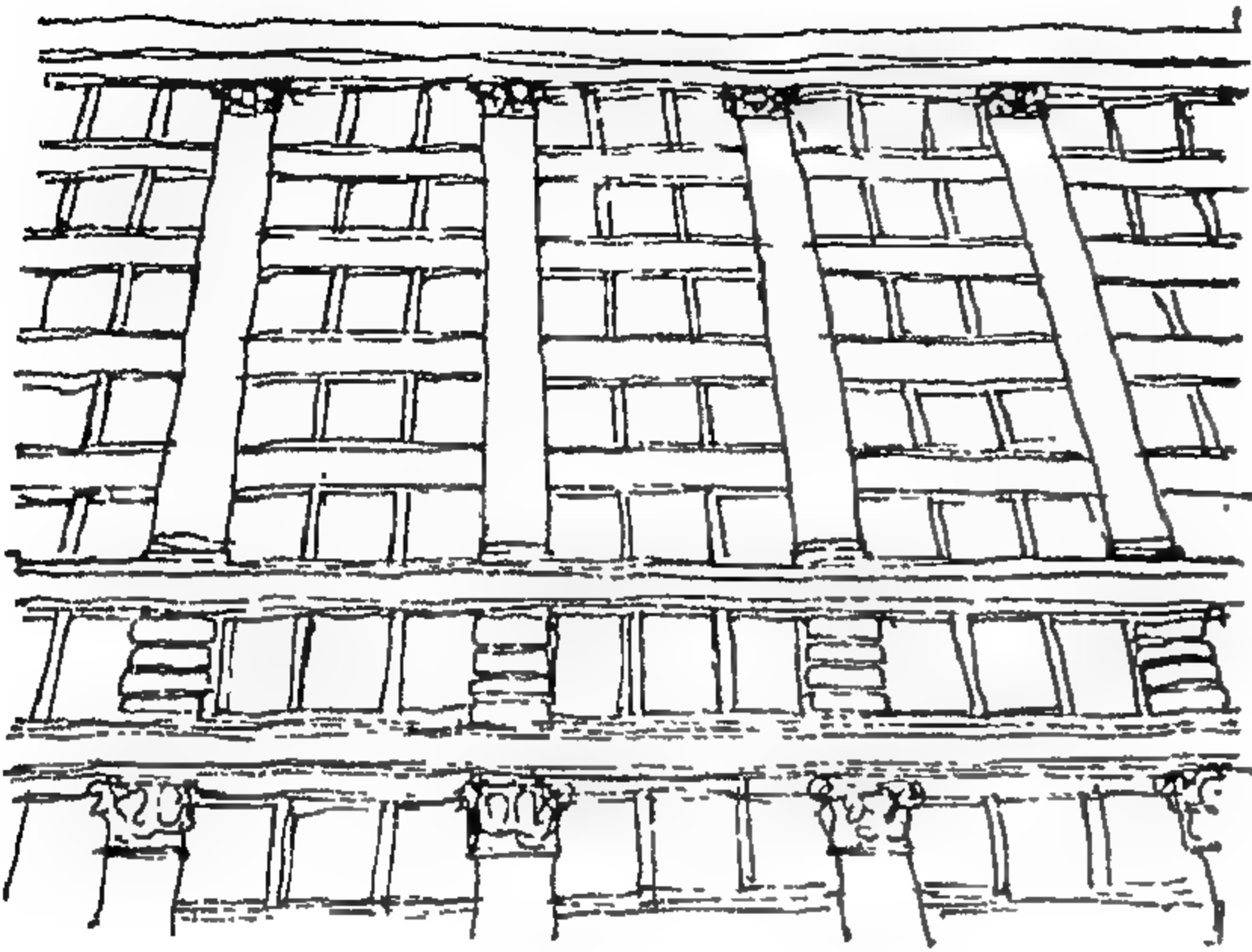
### تطور الهيكل الحديدية

بدأ الإنشاء الهيكلي بمعناه الإنشائي الصحيح في الولايات المتحدة عند نهاية منتصف القرن التاسع عشر وكان ذلك بالاستفتاء عن الحوائط الخارجية المغلفة للهيكل الحديدية الداخلية والاستعاضة عنها بأعمدة من الحديد الزهر وأول من قام بذلك المهندس جيمس بوجاردس (١٨٠٠ - ١٨٧٤) James Bogardus في عام ١٨٤٨ واستعمل الهيكل الحديدية لإنشاء المصانع والمخازن والمحلات التجارية ومباني المسكن وقد استطاع بوجاردس بتخلصه من الحوائط الخارجية الحاملة أن يستعمل الزجاج بمسطحات كبيرة في الواجهات غير أن أعمال بوجاردس لم تخل من تأثره بممارسة عصر النهضة في تفاصيل الأعمدة والواجهات بوجه عام .

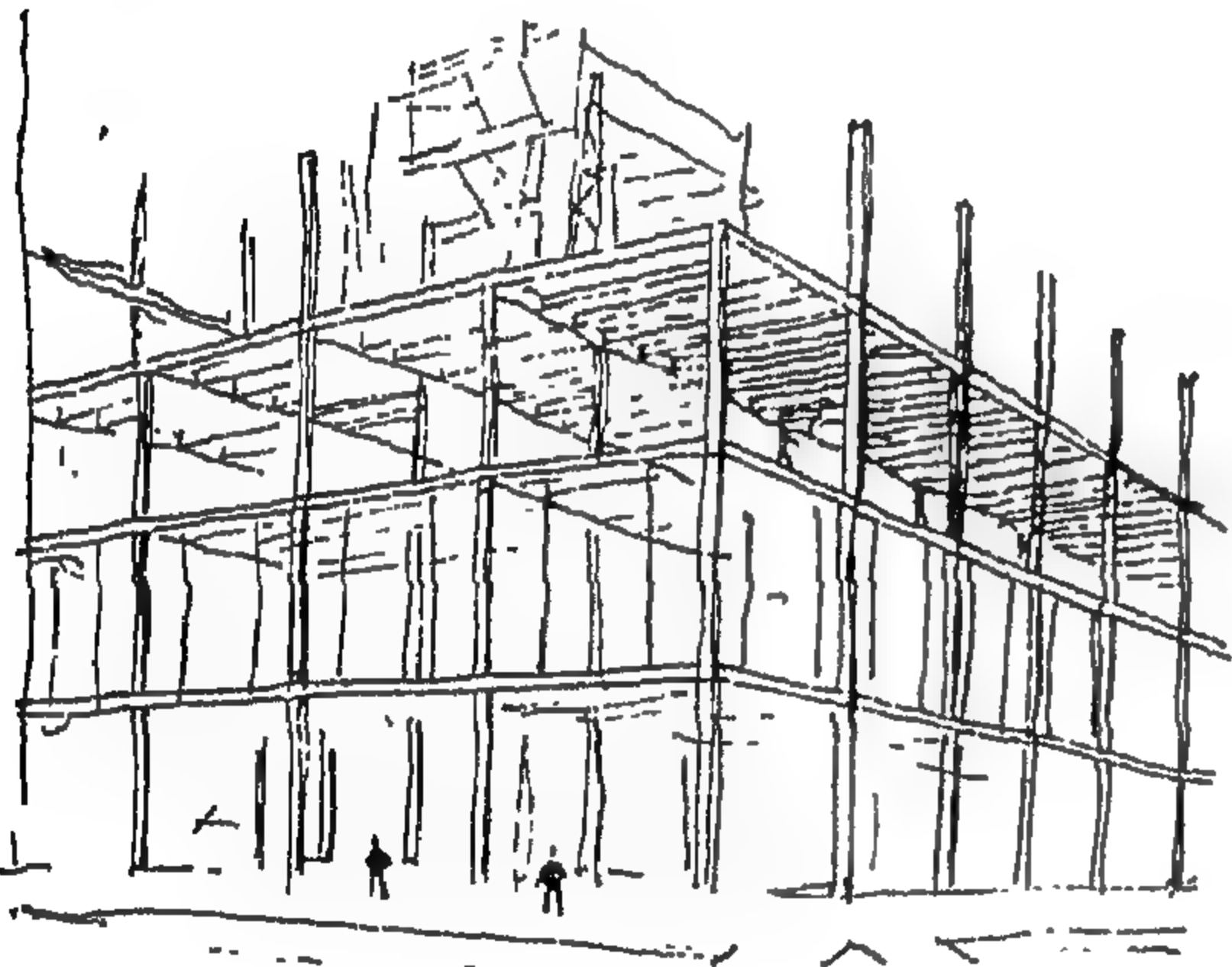
وفي الفترة بين عام ١٨٥٠ حتى عام ١٨٨٠ انتشرت في جميع أنحاء أمريكا الهيكل الحديدية في مختلف المباني وكان المسئول عن إنشائها في كثير من الأحيان ورش السباكة التي تقوم بصب أجزاءها وذلك دون مشاركة في التصميم من مهندسين معماريين مما أدى إلى ظهور مجموعة كبيرة من المباني التي تندم بالصراحة الإنشائية والبعد عن الزخارف والطرز المعمارية ويظهر هذا التطور بوضوح في مجموعة المباني التجارية التي



الواجهات من وحدات مستطيلة من العناصر الإنشائية الرأسية ( الأعمدة ) والعناصر الأفقية ( الأسقف والكمرات ) .



الواجهة



المبنى أثناء تنفيذه

( شكل ٧ ) مبنى Fair Building ( ١٨٩١ ) المهندس وليام لبارون جيني William Le Baron Jenny

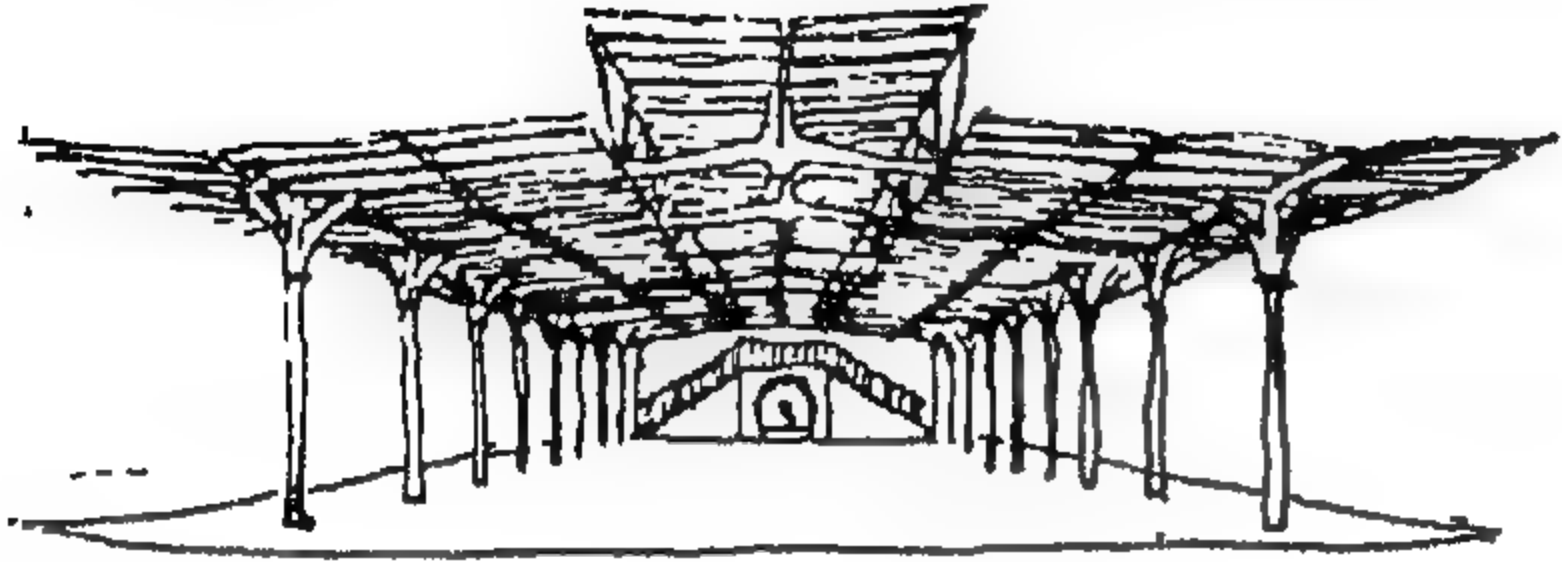
أما في أوربا فإن أول مبنى اعتمد أساساً على الإنشاء الهيكلي فقد كان مصنع الشيكولاته الذي بناه جولز سولنير Jules Saulnier قرب باريس ويرتكز هذا المبنى على أربعة كمرات حديدية رئيسية مجوفة hollow iron girders وهي ترتكز بدورها على أربعة دعائم من الحجر، ويظهر الهيكل الحديدي في الواجهة وتوضح الشدادات القطرية مدى تأثير سولنير بالطرق الإنشائية المتبعة في الخشب ، هذا ويلاحظ أن حوائط هذا المصنع والتي بنيت من الطوب المجوف لا تؤدي أية وظيفة إنشائية بل تعمل فقط كستائر .

أنشئت في النصف الثاني من القرن التاسع عشر بمدينة سان لويس والتي تعبر واجهاتها عن الإنشاء في بساطة ووضوح كاملين لم نعهد لها في أعمال المهندسين المعماريين حتى أمثال بوجاردس والذين تأثروا بدراستهم للزخارف والطرز القديمة .

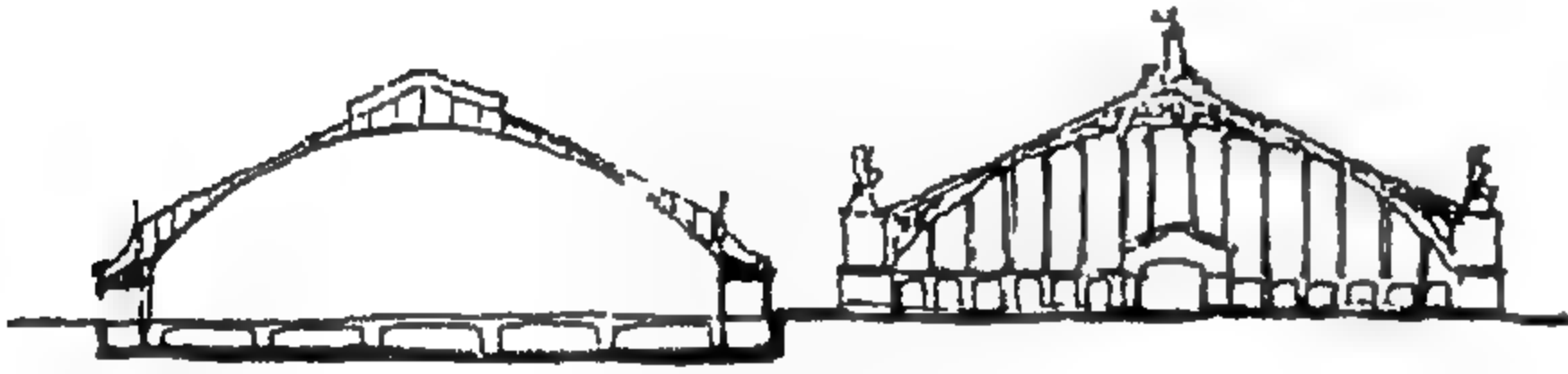
وقد نادى بوجاردس بإمكان استخدام الهياكل الإنشائية الحديدية في المباني المرتفعة بكفاءة تزيد كثيراً عن أى وسيلة إنشائية أخرى واقترح استخدام وسائل ميكانيكية لنقل الناس إلى أعلا في إحدى مشروعاته وبذلك أصبحت فكرة إنشاء ناطحات السحاب قريبة إلى أذهان الإنشائيين والمعماريين في ذلك الوقت وقامت في شيكاغو في عام ١٨٨٣ أول ناطحة سحاب في العالم في مبنى Home Insurance Company وقام بتصميمها المهندس وليام لوبارون جيني William Le Baron Jenny وهو مؤسس مدرسة شيكاغو في العمارة والتي اعتمدت أساساً على تطور مباني المسكن وقد كان جيني مهندساً إنشائياً ولم يتأثر كثيراً بالطرز المعمارية القديمة والتي كانت أساس الثقافة المعمارية في ذلك الوقت خاصة في فرنسا ، ولذا لم يكن يهتم كثيراً بالزخارف أو حتى التفاصيل في أعماله ، وقد عمل في مكتب لويس سوليفان Louis Sullivan والذي يعتبر مؤسس نظرية الوظيفة التي لعبت دوراً هاماً في تطور الفكر المعماري وقد كان من أهم الشخصيات في مدرسة شيكاغو بعد ذلك ، ويلاحظ عموماً أنه بالرغم من الإنشاء الهيكلي إلا أن الواجهات لم تخل من إضافات عليها تظهر استمرار عناصر معمارية من الطرز التاريخية ويبدو ذلك واضحاً في مبنى Fair Building ( ١٨٩١ ) بمقارنة الإنشاء نفسه والواجهات ( شكل ٧ ) إلا أن سوليفان استطاع في مبنى شركة كارسون بيرى وسكوت Carson, Pirie and Scott ( ١٨٩٩ - ١٩٠٤ ) أن يتحرر نهائياً من العناصر التاريخية ليدشء مبنى ناجحاً في تفاصيله وتعبيره عن الإنشاء الهيكلي وقد اعتمد سوليفان في واجهات مبانيه السابقة على تأكيد الاتجاه الرأسى أما في ذلك المبنى فقد أعطى تعبيراً صادقاً للإنشاء الهيكلي حيث تكونت



ويقترح فيه تغطية الصالات بحمولونات يبلغ اتساع بحر ها ٩٠ مترأ (شكل ١٠) وهو بحر لم يصل إليه حتى هذا الوقت أى إنشاء سابق ولكن تطور الحسابات الإنشائية فى ذلك الوقت لم يكن قد وصل إلى الحد الذى يسمح بتصميم هذا



(شكل ٩) سوق للسكك بلندن (١٨٣٥) بحر ١٩ متر



(شكل ١٠) مشروع الصالات الكبرى Grandes Halles بباريس ١٨٤٩ بحر ٩٠ متر المهندس هكتور هورو Hector Horeau

البنى وقد أمكن الوصول إلى تغطية بحر يبلغ مقداره ٧٤ مترأ فى عام ١٨٦٨ فى محطة سان بنكراس بلندن St. Pancras للمهندس بارلو P.W. Barlow وحتى التسمينات من القرن التاسع عشر كان ذلك أكبر بحر أمكن الوصول إليه باستعمال الحديد كمادة إنشائية وظل كذلك حتى إنشاء معرض باريس الدولى فى عام ١٨٨٩ .

#### المعارض :

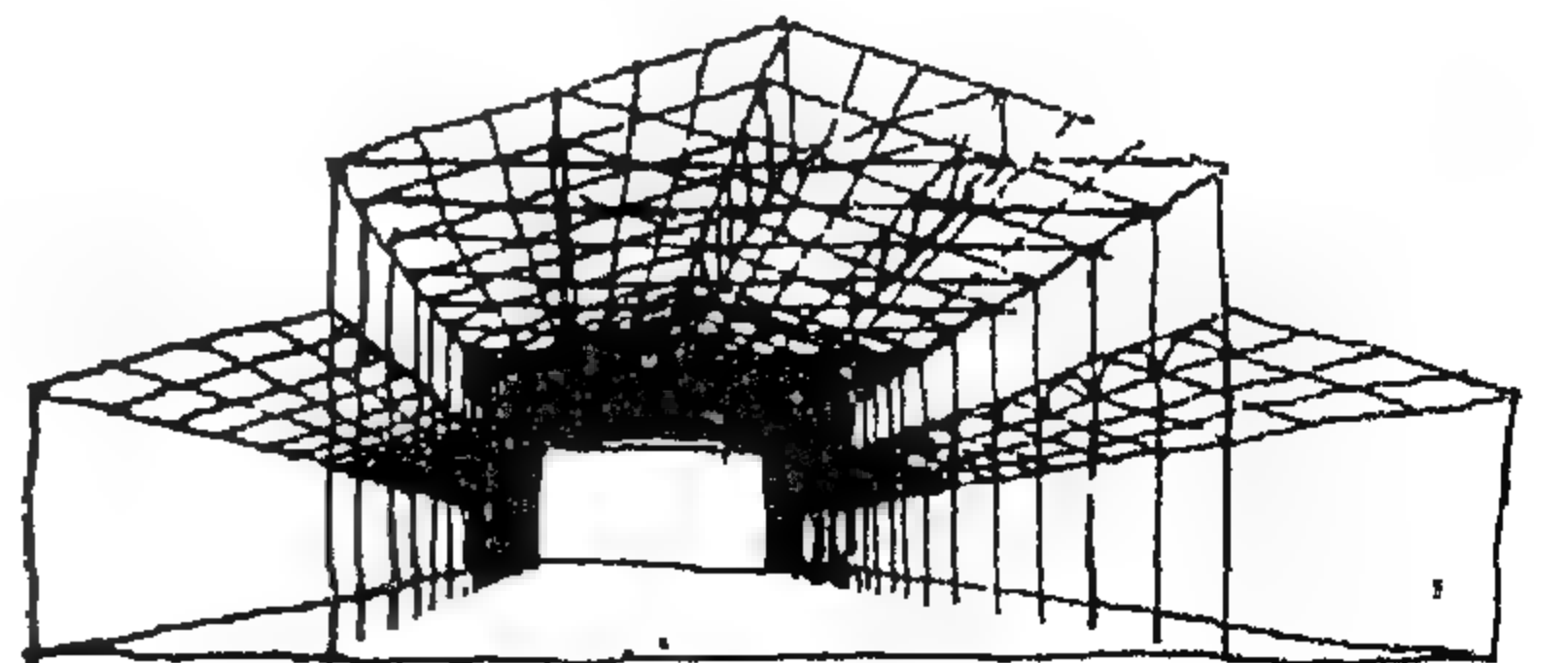
أقيم أول معرض دولى فى لندن عام ١٨٥١ فى مبنى قصر الكريستال Crystal Palace (شكل ١١) وقام بتصميمه المهندس وعالم النباتات جوزيف باكستون Joseph Paxton ولم يستعمل باكستون فى إنشائه سوى الحديد والزجاج واستوحى ذلك الإنشاء من مباني النباتات والتي تمثل أوائل الأمثلة فى الجمع بين الحديد والزجاج وربما استوحى تصميمه الهيكل من أوراق الشجر نفسها والتي تتكون من عروق يمتد بينها سطح الورق الرقيق نفسه وقد صممه على أساس مقاس أكبر شريحة زجاجية فى ذلك الوقت والذي يبلغ ١٢٠ مترأ وكان بذلك أول مبنى يعتمد على مقاسات قياسية وعلى

وقد كانت طريقة الإنشاء المتبعة بحيث تقع أسطح هذه الحوائط وكذلك السطح الخارجى للأبكل الإنشائى فى مستوى واحد دون أى بروز رأسى أو أفقى ، وقد كان للأسطح المستوية والى ظهرت هنا نتيجة للطريقة الإنشائية المتبعة أثر كبير بعد ذلك فى تطور العمارة المعاصرة .

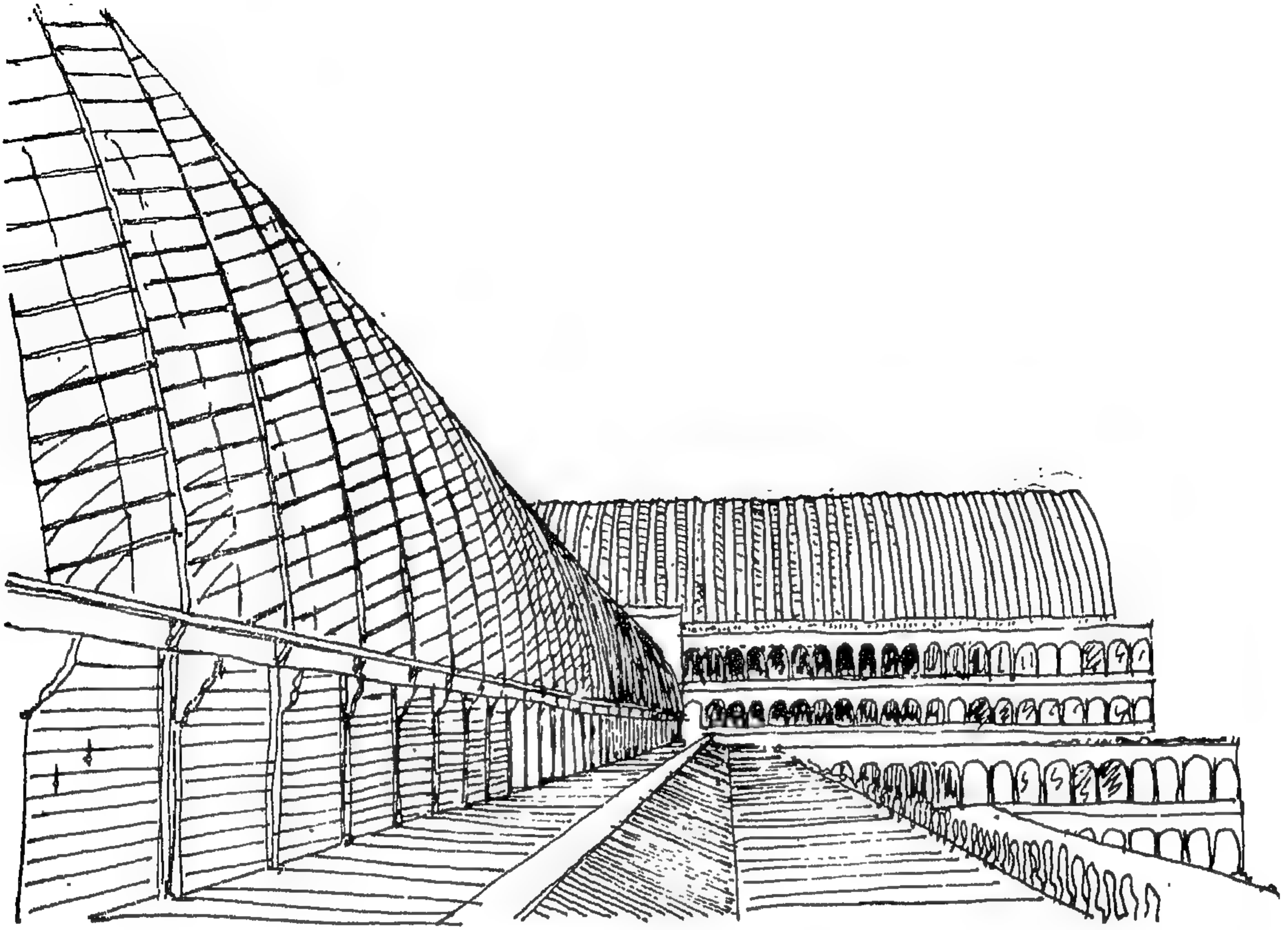
#### المنشآت ذات البحور الكبيرة :

كان للثورة الصناعية وما صاحبها من تغير اجتماعى أثر كبير فى ظهور مبان جديدة تعتمد أساساً على حل مشكلة المنشآت ذات البحور الكبيرة كالأسواق الكبيرة والمحلات التجارية ومحطات السكك الحديدية ووجد المهندسون الانشائيون فى تلك المباني مجالاً كبيراً لاستخدام الإمكانيات الإنشائية للحديد كما أن التغير الاقتصادى الذى حدث فى تلك الفترة من ناحية اعتماد الصناعة على أسواق خارجية قد أوجد الحاجة إلى إنشاء معارض دولية لتقوم الدول المختلفة بمعرض منتجاتها فيها وكانت هذه المعارض أساساً هاماً لتطور المنشآت الحديدية وكذلك فى تطور الفكر المعمارى بوجه عام .

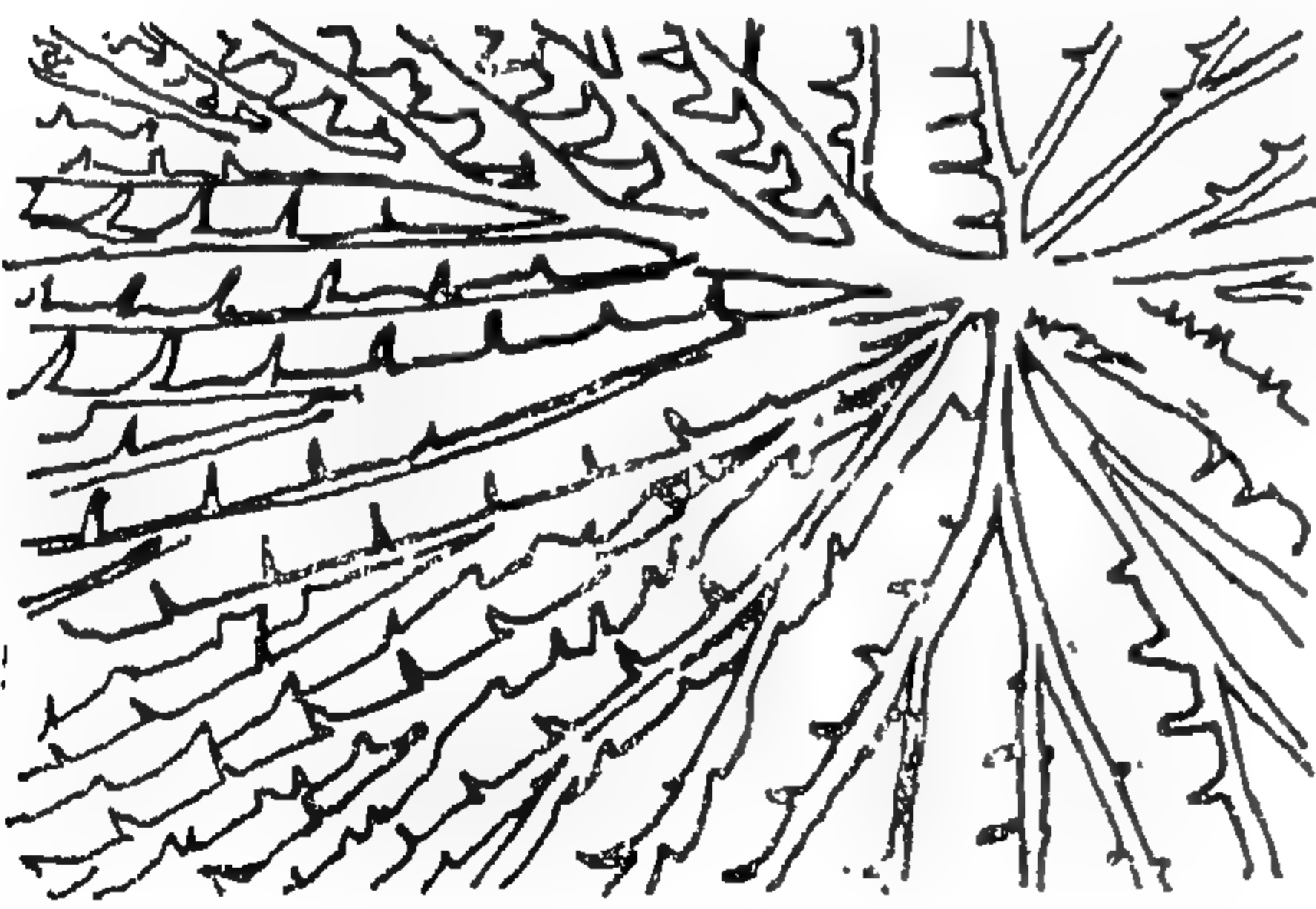
ومن أوائل الأمثلة مبنى سوق مادلين Madeleine بباريس ( ١٨٢٤ ) والذي خلا تماماً من الزخارف واعتمد الإنشاء فيه على أعمدة من الحديد الزهر تحمل جمالونات حديدية يظهر فى تصميمها وعياً كاملاً بتوزيع القوى والإجهادات (شكل ٨) ومن أهم المشروعات التى بالرغم من خروجها إلى حيز التنفيذ إلا أنها تعتبر مشاريع رائدة للتقدم الإنشائى والمعمارى مشروع الصالات الكبرى بباريس للمهندس هكتور هورو Hector Horeau (١٨٤٩)



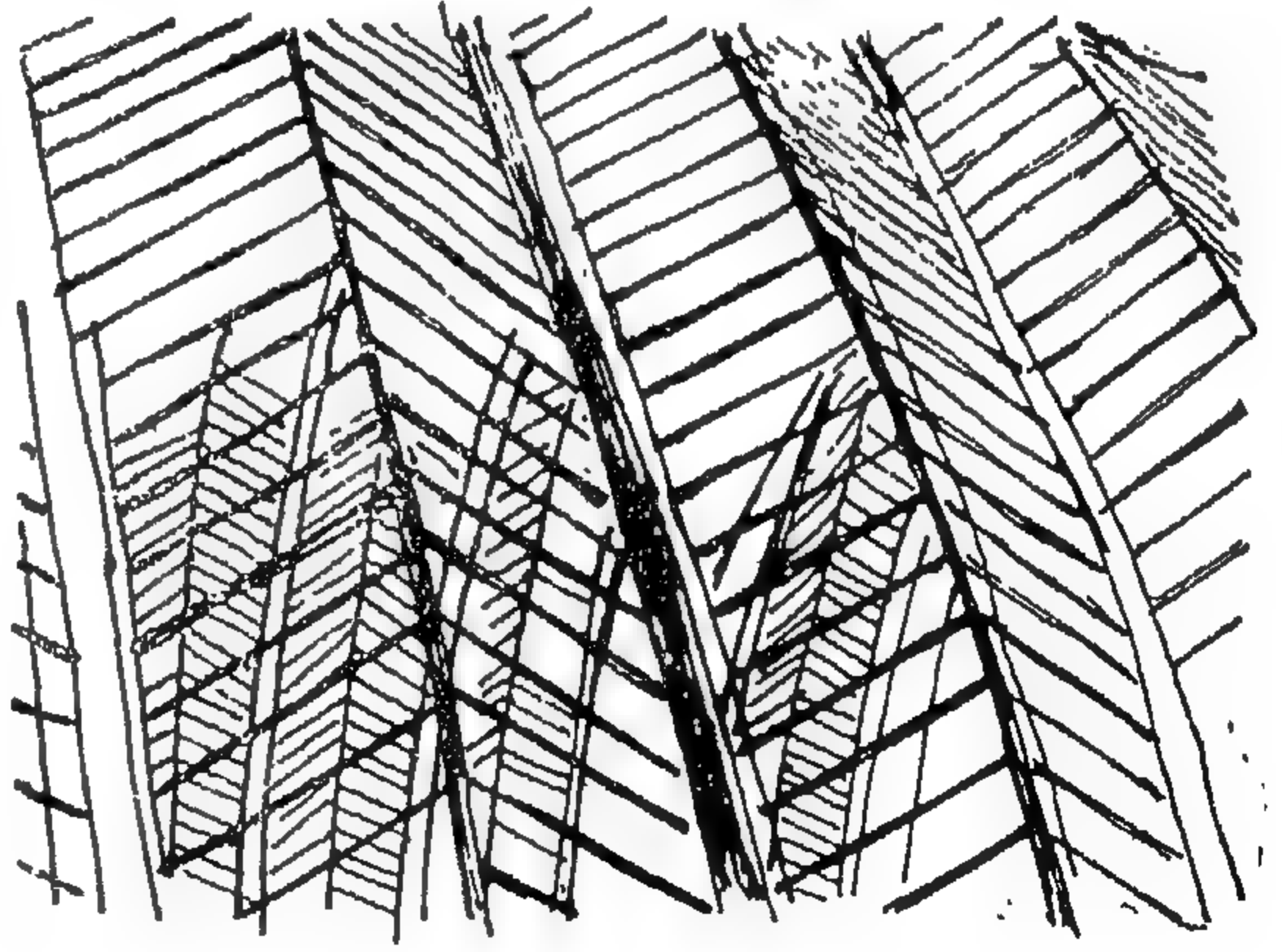
(شكل ٨) سوق مادلين Madeleine بباريس (١٨٢٤)



منظور



تفصيل السقف



ورق شجر

(شكل ١١) معرض قصر السكريستال Crystal Palace بلندن (١٨٥١) المهندس جوزيف باكستون Joseph Paxton

سابقة التصنيع كما أثار إعجاباً كبيراً من الناحية الجمالية .  
وقد تبع ذلك المعرض سلسلة من المعارض في باريس  
في الأعوام ١٨٥٥ و ١٨٧٨ وأخيراً في ١٨٨٩ .

وكانت هذه المعارض أرضاً خصبة للمهندسين الإنشائيين  
يظهرون فيها براعتهم ويقومون فيها بتجارهم الإنشائية

إمكانية فسكه ثم إعادة تركيبه في أي مكان آخر وهو الأمر  
الذي كان أساس أعمال فولر Fuller وفاخسمان  
Wachsmann فيما بعد، والمبنى من الناحية الإنشائية لا يمثل  
تقدماً هاماً حيث إن البحر الذي صمم عليه لا يتجاوز  
٢٢٠٠ متراً ولكنه حقق نصراً لاستخدام المواد الجديدة



هذا المفهوم فيما بعد إلى أن أصبح أحد الأسس الهامة في تطور العمارة المعاصرة .

وقد اشترك في تصميم هذه الصالة المهندس المعماري فرديناند دوترت ..... Ferdinand Dutert والمهندس الإنشائي كوتامين . . Contamin ويعتبر مبنى برج إيفل للمهندس جويستاف إيفل Gustave Eiffel من أهم ما حققه الإنشائيون في ذلك الوقت فهو يرتفع في الهواء إلى مسافة ٣٠٠ متر تقريباً ويتكون من أربعة أجزاء رئيسية من الإنشاء الشبكي الهيكل تبدأ من الأرض عسقط مربع الشكل لتلتقي في أعلا البرج في نقطة واحدة ويمكن الوصول إليها عن طريق المصاعد، أما العقود التي تصل هذه الأجزاء فليس لها وظيفة إنشائية إنما القصد منها تجميل قاعدة البرج ولعل إيفل قصد أصلاً أن يصمم البرج بحيث ترتكز أجزاؤه الرئيسية الأربعة على عقود تشبه عقود السكاري والتي كان إيفل على خبرة كبيرة بتصميمها وهو الأمر الذي ساعده على إمكان دراسة إنشاء برجه المشهور .

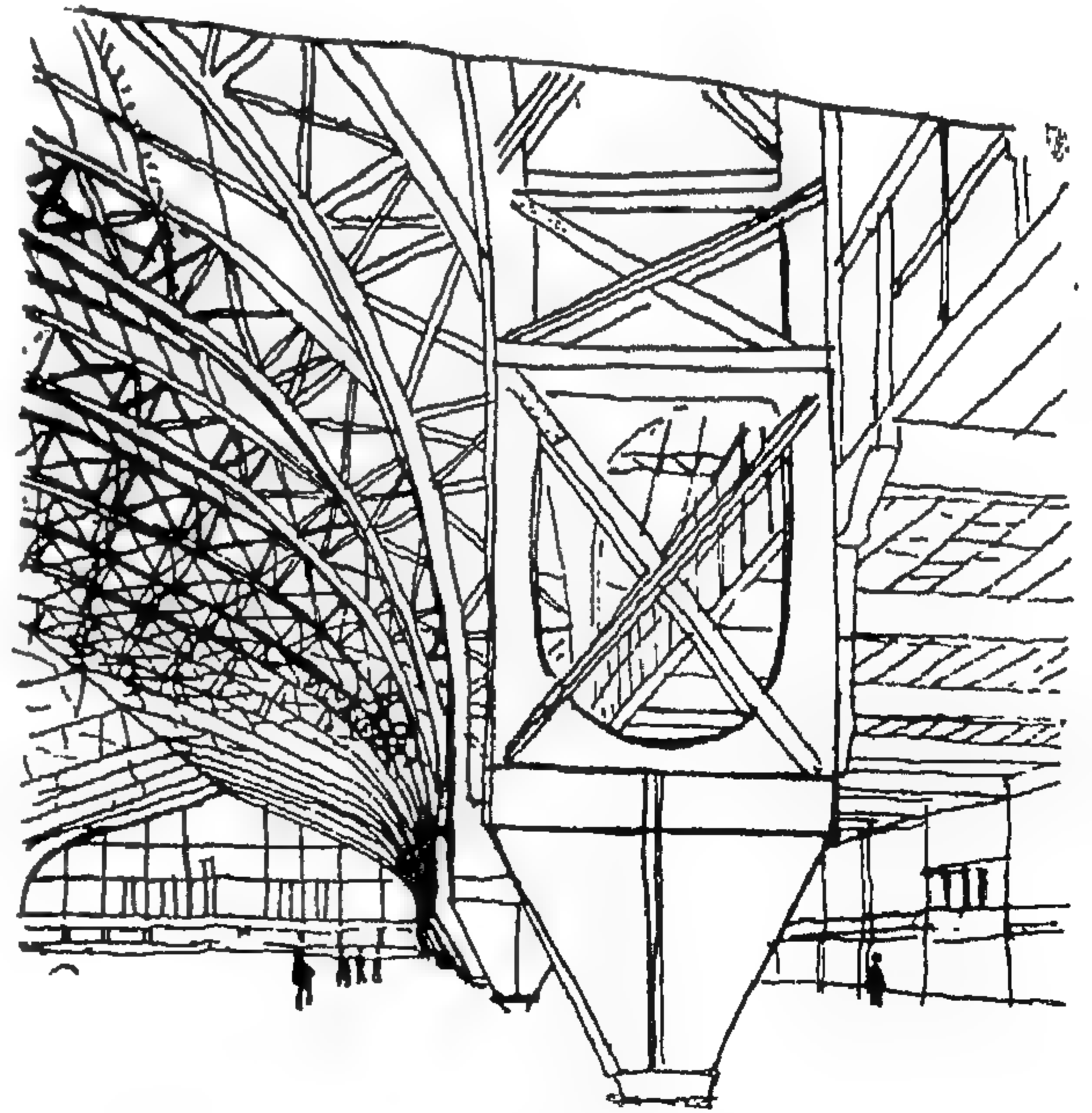
ويعتبر برج إيفل من الناحية الجمالية ذا أثر كبير على التطور المعماري حيث يشاهد المرء أثناء نزوله في السلم به مناظر متغيرة دائماً أوحى للفنانين بالحركة في تمثيلهم للفرغ وفي القيمة الفنية لتغير نقط الرؤيا والتي كانت أساساً لتطور نظريات الفن التعبيري Abstract Art في العقد الأول من القرن العشرين .

أما عن المعارض في أمريكا فقد أقيم في عام ١٨٩٣ معرض بشيكاغو أشرف على تصميمه وتنفيذه دعاة العودة إلى الطرز المعمارية القديمة والذين تأثروا بتعليمهم في مدرسة الفنون الجميلة بباريس وقد تنبأ سوليفان بأن هذا المعرض سيكون سبباً في تأخير العمارة في أمريكا لمدة نصف قرن على الأقل وقد تحقق بالفعل هذه النبوة إلى حد كبير فإن هذا المعرض نجح في تدمير مدرسة شيكاغو بكل مميزاتها وعادت الكلاسيكية وحملتها لوائها من أتباع مدرسة الفنون الجميلة بباريس يسيطرون من جديد على العمارة في أمريكا .

ويعملون على إيجاد حلول سليمة لمشكلة التغطية وكانت قمة أعمالهم صالة الماكينات Machine Hall بمعرض ١٨٨٩ وبرج إيفل الذي أقيم بنفس المعرض .

ويتكون الإنشاء صالة الماكينات من عقود ذات ثلاثة مفصلات Three Hinged Arches يبلغ بحر ها ١١٥ متراً ( شكل ١٢ ) وكان أكبر بحر أمكن الوصول إليه حتى ذلك الوقت هو ٧٤ متراً في محطة سان بنسكراس بلندن ويتكون كل عقد من نصفين ، وتبدأ من نقطة اتصالها بالأرض عند المفصلات لترتفع في جراءة بالغة لتجتاز بحر الصالة وتلتقي عند قمة العقد على ارتفاع ٤٦ متراً فوق المحور الطولي للصالة وهي تأخذ في حركتها من أسفل إلى أعلا قطاعات مختلفة تتفق مع توزيع الجهود بها وبذلك انطبق شكلها المعماري مع المطلوب الإنشائي في وحدة رائعة وبذلك يتحول الإنشاء وحده إلى عامل جمالي دون أن يدخل في ذلك أى عناصر زخرفية أو أية محاولة للتجميل في حد ذاتها .

وفي هذا المبنى استعمل الزجاج للحوائط الخارجية ولم يعد هناك حد واضح بين داخل المبنى وخارجه وقد تطور



(شكل ١٢) صالة الماكينات الكبرى بمعرض باريس الدولي (١٨٨٩) بحر ١١٥ متراً المهندس فرديناند دوترت F. Dutert وكوتامين Contamin



# الأسيتيلين

صناعاته وتداوله وأصباطات الأمان الواجب اتخاذها

المهندس أحمد علي عمر

تزايدت أهمية الأسيتيلين أخيراً ، وتعددت استعمالاته<sup>(١)</sup> وأصبحت الكميات المستخدمة منه في الصناعة ، تفوق ما يستهلك منه في أغراض اللحام — وأن كان استخدامه بالجمهورية العربية المتحدة ما يزال قاصراً على عمليات اللحام ، إلا أن الكميات المستهلكة منه تتزايد باستمرار ولقد كان ذلك نتيجة طبيعة للتوسع في إنشاء المصانع والإنشاءات المدنية ويتضح ذلك من الأرقام التالية :

السنة	الإنتاج بالمتري المكعب
١٩٦٤	٦٤٧٥٠٠
١٩٦٥	٧٩١٠٠٠
١٩٦٦	٨١٣٠٠٠

كانت الإضاءة أول الأغراض التي استخدم فيها الأسيتيلين بعد إمكان تحضيره من كربيد الكالسيوم ، وشاع استعماله ، حيث كان أقرب الأضواء لضوء الشمس ، وظل الحال كذلك ، إلى أن تحلّى عن مكانه للكهرباء . ثم استخدم بعد ذلك في أغراض الطهو والتسخين وإضاءة مصابيح الدراجات والعربات -- ومنذ عام ١٩٥٩ استعمل خليط الأسيتيلين والأكسجين في لحام المعادن الحديدية وقطعها ، وأصبح اليوم يستخدم في لحام وقطع جميع المعادن .

---

(١) ينافس الأسيتيلين الأثيلين كمادة أولية في صناعة العديد من المواد البتروكيمياوية ، ذلك لأن تفاعلات الأسيتيلين الكيماوية ، أقل تعقيداً من تفاعلات الأثيلين ؛ ولكن يتميز الأثيلين برخص الثمن . والأسيتيلين يدخل اليوم في صناعة حامض الخليك ، والأسيتون والأسيتالدهيد واستخدم في إنتاج أول معطاط صناعي وهو يستخدم كذلك في إنتاج المذيبات المستخدمة في التنظيف الجاف وفي صناعة المبيدات الحشرية مثل (Aerosol Sprays) .

ولقد تزايدت أهمية الأسيتيلين أخيراً ، وتعددت استعمالاته ، حتى أصبحت الكميات المستخدمة منه في الصناعة ، تفوق ما يستهلك منه في أغراض اللحام — هذا وإن كان استخدامه بالجمهورية العربية المتحدة ما يزال قاصراً على عمليات اللحام ، إلا أن الكميات المستهلكة منه تتزايد باستمرار . ففي عام ١٩٦٥ بلغ الإنتاج ٧٩١,٠٠٠ متراً مكعباً بزيادة ٢٢ ٪ عن عام ١٩٦٤ حيث لم يتجاوز الإنتاج ٦٤٨,٠٠٠ متراً مكعباً — ولقد كان ذلك نتيجة طبيعية للتوسع في إنشاء المصانع والإنشاءات المدنية .

والأسيتيلين غاز أيدروكربوني (تحت الضغط ودرجة الحرارة العادية) غير مشبع ، عديم اللون ، له رائحة إثيرية خفيفة ، وطعم حلو مرطب عندما يكون نقياً ، ولكنه عند تحضيره في الصناعة يكون مشوباً بكميات متفاوتة من بخار الماء ، وبعض الغازات الأخرى كالفسفين وكبريتيد الأيدروجين ، فتغلب عليه عندئذ رائحة تمائل رائحة الثوم . وهو يحتاج عند تخليقه من عناصره إلى طاقة حرارية ضخمة ، يطلقها عند تحلله ، وتبلغ هذه الطاقة عند درجة ١٨ م : ٥٣٥٠٠ كالورى لكل جرام جزيئى . ويصحب هذا التحلل ارتفاع في الضغط نتيجة لارتفاع درجة الحرارة . وإذا افترض انعدام الفقد الحرارى عند حدوث التحلل ، وجب أن ترتفع درجة الحرارة من ١٨ م إلى ٣١٠٠ م فضلاً عن ارتفاع الضغط اثنى عشر ضعفاً . وقد لوحظ أن هذا التحلل يحدث بسرعة فائقة ، فتؤدى إلى ما يعرف بالتفجير أو الانحرارق اللحظى Detonation ووجد كذلك عملياً أن ارتفاع الضغط يصل لحظياً إلى ٢٠٠ مرة قدر الضغط الابتدائى أو بعبارة أخرى عشرين مرة قدر الضغط المحسوب .

#### حساسية الأسيتيلين للانفجار :

الأسيتيلين شديد الحساسية للانفجار ، ويؤثر في ذلك عوامل كثيرة ، هي الضغط والحرارة ، والشوائب الموجودة ، وطبيعة مصدر الاشتعال ، وشكل وحجم وعاء الأسيتيلين ويتسبب الانفجار من حدوث عملية البلمرة فبين درجتى ٢٠٠ — ٣٠٠ م تعيد جزيئات الأسيتيلين ترتيب نفسها مكونة مركبات أكثر تعقيداً كالبنزول ك<sub>٦</sub> يد<sub>٦</sub> ، واستيرين ك<sub>٨</sub> يد<sub>٨</sub> والنفثالين ك<sub>١٠</sub> يد<sub>٨</sub> ، والتلويين ك<sub>١٠</sub> يد<sub>٨</sub> ... إلخ ولما كانت عملية البلمرة عملية باعثة للحرارة exothermic فإن تزايد الحرارة المنبعثة من التفاعل يؤدى في النهاية إلى الانفجار .

فقد وجد أن ١,١٥ جزءاً من الغاز مع جزء واحد من بخار الماء غير قابل للانفجار .

وكما يقلل من قابلية الأسيتيلين للانفجار ، أن تضاف إليه بعض الغازات التى لا تتفاعل معه كالأزوت ، أو أول أكسيد الكربون ، أو الميثان ، أو الأيدروجين . ويؤدى إلى نفس النتيجة كذلك ، إذابة الغاز في سائل ما وقد يفسر ذلك بأن جزيئات الأسيتيلين في هذه الحالات ، يفصلها عن بعضها جزيئات الغاز الآخر وكأمثلة لذلك ، فإن خليطاً من ١٨ جزء من الأسيتيلين ، ٨٢ جزءاً من الأيدروجين لا يصير مخلوطاً متفجراً إلا عند ٢٠ جوا — ولم يصبح تداول الأسيتيلين آمناً إلا بفضل إذابته في الأسيتون ، فلا يتفجر الأسيتيلين المذاب في الأسيتون إلا إذا زاد الضغط على ١٠ جوا .

ويقلل وجود بخار الماء من قابلية الأسيتيلين للانفجار ،

تجنباً للحوادث كذلك التي تقع في مصانع الأسيتيلين ومحطات تعبئته أو في ثلاجات الموز أو الأماكن الأخرى التي يستعمل فيها .

### الآثار المخدر والخطائق لغاز الأسيتيلين :

لوحظ أن خليطاً من الأكسجين والأسيتيلين بنسبة ٤٠٪ ذو أثر مخدر، وقد استخدم فعلاً في التخدير للعمليات الجراحية .

أما التأثير الخطائق للأسيتيلين فناتج من تقليله لنسبة الأكسجين في الهواء عن الحد اللازم للحياة . ومن حسن الحظ أن الشوائب الموجودة بالأسيتيلين النجاري تظهر أعراضاً قبل أن يصل تركيز الغاز في الهواء إلى الدرجة التي تؤدي إلى الاختناق مثل الدوار والصداع وميل خفيف للقيء ومع تزايد التركيز يحدث نصف اختناق ، ثم فقدان الوعي .

وتحت الظروف الملائمة من الضغط والحرارة ، يكون الأسيتيلين مع المعادن الثقيلة كالفضة والنحاس ، مركبات تعرف باسم الأسيتيليدات وهي مواد متفجرة، ولذلك يجب ألا تزيد نسبة النحاس في المواسير والمعدات المستعملة مع الأسيتيلين عن ٧٠٪ كما يعمل أكسيد النحاس كحفاز في عملية التفجير .

ويكون الأسيتيلين مع الهواء — أو الأكسجين — مخلوطاً متفجراً حتى في درجة الحرارة والضغط المعتاد ، وتبلغ سرعة موجة ضغط الانفجار shock wave propagation لخليط من الأكسجين والأسيتيلين ( بنسبة ١ : ١ ) ٣٠٠٠ متر في الثانية ، ويصل الضغط في حالة الانحراق اللحظي إلى ٣٥٠ جوا بل وقد يصل في بعض الأحيان إلى ٦٠٠ جوا .

ولذلك ، فإن الاهتمام ينصب دائماً عند استعمال الأسيتيلين على الحرص لمنع تكون مثل هذه المخاليط المتفجرة .

### الخصائص والثوابت الطبيعية للأسيتيلين النقي :

الوزن الجزيئي	٢٦.٠٤	
الكثافة	٠.٩٠٥٦	بالنسبة للهواء
	٠.٠١١٩٤	بالنسبة للماء في درجة ٤ م
وزن اللتر	١.١٧٤٧	جم عند درجة الصفر المئوي
	١.٠٧٤٠	جم عند درجة ٢٥ م
القيمة الحرارية المتبر للسكر	١٤.١٠٠	كيلو سعر عند صفر ، ٧٦٠ مم زئبق
درجة التجمد	—	٨١.٨٠ م
درجة الغليان	—	٨٣.٦٠ م
درجة الحرارة الحرجة	+	٣٦.٠٠ م
الضغط الحرج	٦٤.٠٠	كجم / سم <sup>٢</sup>
	مع الهواء	مع الأكسجين
درجة الاشتعال	٣٣٠	٣٠٠ م
أعلى درجة حرارة للهب	٢٣٢٥	٣١٠٠ م
سرعة الاشتعال	١٣٠	١٣١٠ سم / ثانية
حدود الانفجار	٢.٣ — ٨٢.٠	٢.٨ — ٩٣.٠ ٪ حجماً



قابلية الذوبان ( كمية الغاز المقابلة للذوبان في لتر من

المذيب )

الماء	١٩١٥	لتر
رابع كلوريد الكربون	٢٠٠	لتر
الكلورفورم	٤٠٠	لتر
البنزول	٤٠٠	لتر
الكحول	٦٠٠	لتر
حامض الخليك	٦٠٠	لتر
الأسيتون	٢٥٠٠	لتر

وتتزايد القابلية للذوبان كلما زاد الضغط وقلت درجة الحرارة .

فعند ضغط يبلغ ١٢ جوا يذوب الحجم الواحد من الأسيتون ٣٠٠ حجم من الغاز وعند درجة - ٨٠ م يذوب الحجم الواحد من الأسيتون أكثر من ألفي حجم من الغاز .

### تحضير الأسيتيلين :

الطريقة الشائعة لإنتاج الأسيتيلين هي تحضيره من كربيد الكالسيوم أو بمبارة أخرى من الفحم بطريقة غير مباشرة . ويمكن كذلك إنتاج الأسيتيلين من الغاز الطبيعي غير أن هذه الطريقة لم تكن — حتى وقت قريب — اقتصادية إلا حينما افتقد الفحم أو الطاقة الكهربائية ، كما هي الحال في معظم الدول النامية . ولكن قد تغير الأمر ، بعد التقدم الذي أحرز في إنتاج الأسيتيلين من الميثان بالأكسدة الجزئية بطريقة BASF Sachsse أو بطريقة Wulff التي يمرر فيها الغاز مع البخار في قرنين حراريين بالتبادل وتصل درجة الحرارة فيهما إلى ١٥٠٠ م وتبلغ مدة التلامس  $\frac{1}{3}$

من الثانية ، ثم تبرد النواتج بسرعة برذاذ الماء . وهناك طريقة حديثة أخرى مبنية على Electric Arc Plasma System

تصل درجة الحرارة المفاعل فيها إلى ٥٠٠٠ ف و يمتاز

المفاعل بكفاءته العالية ورخصه وانعدام الفقد في الكربون والاستغناء عن استخدام الأكسجين ، مع إمكان استخدام أية مواد أيدروكربونية ، من الميثان إلى النفط ، بل يمكن حتى استخدام مسحوق الفحم الحجري أو النباتي . ومع أن إنتاج الأسيتيلين من كربيد الكالسيوم ، لا يزال اقتصادياً حيث تتوفر الطاقة الرخيصة ، إلا أن هناك اتجاهات واتجاهاً إلى إبطال هذه الطريقة وتخريد المنشآت القائمة فعلاً .

وقد تكون مولدات الأسيتيلين ثابتة أو متنقلة ، وتصل قدرة بعض المولدات الحديثة الثابتة مثل Dry Residue Generator إلى ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ م<sup>٣</sup> من الغاز في الساعة ، ولكن القدرة المعتادة لمثل هذه المولدات هو ٣١٥ م<sup>٣</sup> من الغاز في الساعة أما الأجهزة المتنقلة فتستخدم غالباً في أغراض اللحام وينتج أصغرها ٨ م<sup>٣</sup> في الساعة ولكن تصل قدرة بعض المولدات المتنقلة كتملك المستخدمة في إنشاء ومد خطوط الأنابيب إلى ٣٣٥ م<sup>٣</sup> من الغاز في الساعة .

ويحضر الأسيتيلين بتفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء ، في أجهزة خاصة ، متعددة الطرز — يتحتم أن تكون معتمدة من هيئة علمية متخصصة — تقوم باختبارها من الناحية التكنولوجية ومن نواحي الأمان . وتتولى هذه الأجهزة ضبط كميات المياه وحفظ سرعة التفاعل في حدود الأمان .

وتنص المواصفات القياسية المختلفة على أن يعطى الكيلو جرام من الكربيد ٢٥٠ لتر من الغاز كحد أدنى ، وإن كان الرقم يصل عادة إلى ٣٠٠ لتر وقد يصل في بعض الأحيان إلى ٣٣٠ لتر . وتتوقف سرعة تولد الغاز ومقداره على حجم حبيبات الكربيد .

ويجب ألا تقل كمية المياه المستخدمة عن ١٠ لتر لكل كيلو جرام من الكربيد ، إذ لو قلت عن ذلك ، لارتفعت

\* لم تصدر في مصر بعد مواصفات خاصة بكربيد الكالسيوم .

٢/١ يجب ألا تكون قريبة من مصانع تحضير الأكسجين من الهواء ، مالم يتخذ الاحتياط اللازم لضمان عدم إمكان سحب الأسيتيلين مع الهواء .

٣/١ أن يكون سقف البناء ، من مواد خفيفة غير قابلة للاشتعال ، ولا يجوز بحال من الأحوال بناء دور علوى فوقها .

٤/١ أن تكون المباني جيدة التهوية ، وبها أكبر عدد من الأبواب التى تقود للخارج مباشرة ، ومزودة بأقصر الطرق للتنجاة .

٥/١ أن تكون أبواب الحجرات المعرضة للانفجار من مواد مقاومة للحريق وأن تكون الأبواب الموصلة للأماكن المجاورة ذاتية الفل .

٦/١ سهولة وصول أجهزة الإطفاء لمكان الحريق ، ووجود مصدر مائى مستقل للمكان .

٧/١ إتخاذ الاحتياط الواقى للمباني من الصواعق .

٨/١ مراعاة المواصفات القياسية للتوصيلات الكهربائية فى الأماكن المعرضة للانفجار .

ثانياً — تداول وتخزين « كريد الكالسيوم » :  
تهدف إجراءات الأمان عند استعمال « كريد الكالسيوم » إلى منع تكون أى مخلوط منفجر من الأسيتيلين والهواء ، ويتكون مثل هذا الخليط بتفاعل الماء أو بخاره مع الكريد متسبباً فى تحلل جزئى له وقد ينفجر هذا المخلوط نتيجة لشرارة من صدمة أو احتكاك ، أو نتيجة لقصر فى دائرة كهربية ، أو نتيجة لارتفاع فى درجة الحرارة .

وقد يؤدى تحلل كريد الكالسيوم ، من أتر كميات قليلة من الماء ، إلى رفع درجة الحرارة موضعياً لدرجة تؤدى إلى اشتعال الأسيتيلين المتولد ، أو تؤدى للانفجار وخاصة عند تواجد غيار الكريد ، أو وجود كميات كبيرة من كريد الكالسيوم الناعم .

درجة الحرارة مما قد يؤدى الى توهج بعض قطع الكريد ، أو إلى تحلل جزئى للأسيتيلين ، وتكوين بعض مركبات البلمرة للغاز ، ولا يسمح بارتفاع درجة حرارة الماء ، فى جهاز التحضير عن ٦٠ م ودرجة حرارة الغاز المتولد عن ١٠٠ م .

وأخطر الشوائب فى الأسيتيلين هو الهواء ، وخاصة عند ابتداء تشغيل أجهزة التحضير ، كما يؤثر وجود بخار الماء فى عمليات اللحام ، لأنه يقلل من درجة حرارة اللهب ولكن الغاز المسحوب من الأسطوانات ، يكون جافاً عادة لاحتجاز الأسيتون والمادة المائلة للأسطوانة ، للرطوبة الموجودة فى الغاز . ويحوى الغاز عند خروجه من الأسطوانة عادة من ٤٥ — ٥٠ سم / م<sup>٣</sup> . من الأسيتون وتزايد هذه النسبة مع ارتفاع درجة الحرارة ، أو ازدياد سرعة السحب حتى قد تزيد عن ١٠٠ سم / م<sup>٣</sup> . ولم يعرف للأسيتون تأثير سيء على اللحام ، ولكن يراعى ذلك فقط من الناحية الاقتصادية .

### اشتراطات الأمان والوقاية :

لقد وقفت حساسية الأسيتيلين وخطورته حائلاً دون التوسع فى استخداماته فى الصناعة زمنياً طويلاً ، وأصدرت العديد من الدول تشريعات تنظم تداوله وإنتاجه وتخزينه ونورد فيما يلى أهم الاحتياطات التى نصت عليها تلك التشريعات .

### أولاً - اشتراطات فى إنشاء المباني :

١/١ لا يجوز أن تكون أماكن تحضير الأسيتيلين قريبة من المساكن ، ولا على مقربة من مواد قابلة للاشتعال لمسافة ٢٥ مترأ على الأقل .

\* نصت المواصفات القياسية المصرية رقم ٥٧٥/٦٥ على ألا تزيد نسبة الشوائب قليلة الذوبان فى الماء فى غاز الأسيتيلين عن ٨ ر . ويصل هذا المقدار إلى ٢ ٪ فى المواصفات الهندية والروسية وإلى ٤ ٪ فى المواصفات الألمانية .

لذلك يجب مراعاة الأمور التالية :

١/٢ يجب عدم فتح براميل الكريبد بأدوات ينتج مع استعمالها شرر كالأجنة والشاكوش ، بل تستعمل أدوات من النحاس أو إحدى سبائكها مثل سبيكة النحاس - البراليوم ... .. ويجوز استعمال السكاشة العادية مع الحرص الشديد ، فقد يتواجد خليط الأسيتيلين والهواء داخل البراميل وقد أدى ذلك كثيراً لإصابة العاملين عند عدم الحرص في فتح البراميل .

٢/٢ لا يجوز بحال من الأحوال استخدام لمبة اللعاب في فتح براميل الكريبد .

٣/٢ لا يجوز التدخين بجوار البراميل المفتوحة

٤/٢ يجب الاحتياط عند تفريغ البراميل ، وأن يتم ذلك بعناية بحيث لا تسقط كتل الكريبد فوق سطح من الصلب من مسافة مرتفعة ذلك لأن الكريبد التجاري كثيراً ما يحوى كيتلا من الفيروسيلىكون الذى يتكون في فرن التحضير ( ويجب ألا تتجاوز نسبته ١٪ ) . وقد يؤدي اصطدام قطعتين منها ببعضهما أو بسطح من الصلب إلى تولد شرر ومن الأفضل أن تفصل قطع الفيروسيلىكون باليد أو بفواصل مغناطيسية .

٥/٢ لا يجوز تخزين كريبد السكاليسيوم في براميل مفتوحة ، بل يجب أن يكون ذلك في أوعية محكمة الغطاء ، وعند تعذر ذلك تغطى فتحة البرميل بشيكة مملوءة بالرمل . ولا يسمح باستعمال غطاء من الخشب أو الخيش أو ما شابه ذلك .

٦/٢ لا يجوز تخزين الكريبد المبتل بحال من الأحوال كما يحدث عند تفريغ موالد الأسيتيلين ، في حالة حدوث عطل بل يتم التخلص منه بآعام التفاعل .

٧/٢ يجب الاهتمام بتفريغ براميل الكريبد كلية وذلك لسرعة تحلل تراب كريبد السكاليسيوم مع ارتفاع درجة حرارته حتى في وجود النذر اليسير من الماء أو البخار ، لذلك

يجب جمع تراب الكريبد في براميل محكمة الغلق لا يتسرب إليها الماء .

٨/٢ لا يجوز التخلص من تراب كريبد السكاليسيوم بإلقائه في حجرة التصريف الخاصة بالمصنع حيث قد ينجم عن ذلك تولد مخلوط متفجر من الأسيتيلين والهواء .

٩/٢ في حالة الاستغناء كلية عن استعمال تراب الكريبد ، فيجب أن يتم تحمله في الهواء الطلق في وعاء لا تقل سعته عن ٨٠٠ لتر ، ويلقى الكريبد في الإناء في دفعات ، ٢٠٠ - ٢٥٠ جم مع تقليب الماء بشدة ، ويجب ألا تقل نسبة الماء إلى الكريبد عن ١٠ لتر من الماء لكل كيلوجرام من الكريبد ولا تلقى دفعة من الكريبد في الإناء إلا بعد تمام تفاعل السمية السابقة .

١٠/٢ مكان التخزين : يجب أن يكون مكان التخزين جافاً ، جيد الإضاءة والتهوية .

١١/٢ لا يجوز إجراء عمليات التخزين في البدرومات والممرات والمداخل .

١٢/٢ لا يجوز التخزين في العراء ، أو تحت المظلات المفتوحة إلا في أوعية معدنية .

١٣/٢ يجب أن تبعد الأوعية عن الحوائط بثلاثة أمتار على الأقل ، وأن توضع على سقالات ترفعها عن الأرض بما لا يقل عن ٣٠ سم .

١٤/٢ يجب أن تحمى الأوعية المخزونة بالعراء بسقف أو خيمة ويجب إحاطة أماكن التخزين بالعراء من جميع الجهات بسلك شائك يبعد عن الأوعية بمتر واحد على الأقل .

ثالثاً - اشتراطات أثناء التشغيل :

١/٣ يجب أن تكون جميع أجزاء مولد الأسيتيلين وأجهزة استعماله والمواسير التي يمر فيها وصلاتها وملحقاتها في غاية الإحكام . فقد يؤدي تسرب الغاز عند أى وصلة إلى الاشتعال أو إلى تكون مخلوط متفجر .



٢/٤ لا تستخدم الوصلات ذات الشفة Flanges إلا عند الضرورة .

٣/٤ يجب تجنب الوصلات الملولبة Threaded .

٤/٤ يجب أن تكون مواسير الأسيتيلين بعيدة عن الأفران والأجهزة الساخنة ولا يجمعها خندق واحد مع مواسير الأكسجين ، أو الكابلات الكهربائية وإذا اقتضت الضرورة ذلك ، فيجب فصل مواسير الأسيتيلين عنها بمحافظ وفي جميع الأحوال ، يجب إبعاد المواسير عن غيرها بمسافة ٢٥ سم .

٥/٤ في جميع الأحوال يجب توصيل مواسير الأسيتيلين بالأرض جيداً .

٦/٤ تميز مواسير الأسيتيلين بلون\* خاص .

عند نقل الأسيتيلين لأماكن بعيدة ، فإنه يعبأ في أسطوانات مذابة في الأسيتون ويتراوح حجم الأسطوانة من ٣ إلى ٤٠ لتر ، ولا يتعدى وزن الأسيتيلين المعبأ في الأسطوانة ١٠٪ من وزنها ، فإذا أدخلها في الاعتبار عودة الأسطوانة فارغة ، نجد أن كفاءة النقل لا تتعدى ٥٪ .

وعند التعبئة في أسطوانات يجب مراعاة الأمور التالية : —

٧/٤ عند كبس الغاز بضغط للتعبئة يجب العناية بالتبريد .

٨/٤ يجب ألا تزيد قطر مواسير التعبئة عن ٨ — ٢٥ مم وذلك لسبب موجات الانفجار

Propagation of shockwave handicapped

وإذا اقتضت الضرورة تستخدم عدة أفرع صغيرة بدلاً من استخدام ماسورة ذات قطر كبير .

٩/٤ عملاً الأسطوانة بمادة مسامية مخبرة ، وممتدة

ويجب ألا تقل مساميتها طبقاً للمواصفات المصرية\* عن ٧٨٪

\* في أوروبا يستخدم اللون الأصفر .

\*\* تسمح المواصفات الألمانية بمسامية قدرها ٠/٧١ .

٢/٣ يجب أن تكون كل حجرة يحتفل فيها تسرب أى كمية من الغاز جيدة التهوية .

٣/٣ يمنع في مثل هذه الأماكن ، وفي حدود مسافة لا تقل عن عشرة أمتار منها :

(١) التدخين .

(ب) وجود أى مصدر ضوئى يؤدي إلى الاشتعال ، كاللمب المباشر والأشياء المسخنة لدرجة أعلى من ٢٢٥ م ( ٢/٣ درجة اشتعال الغاز ) .

(ج) استعمال الأدوات التي قد يتسبب عن استعمالها أى شرر كالشاكوش الصلب ، ومفاتيح المسامير والصواميل وحجر الجالنج .

(د) تولد الشرر من الكهرباء الاستاتيكية .

٤/٣ بلوف الأسيتيلين ووصلات المواسير يجب ألا تكون من النحاس ، أو من سبائك نحوى أكثر من ٧٠٪ من النحاس ، إذ قد يؤدي ذلك إلى تكون أسيتيليد النحاس Cu-Acety lide وهو مادة متفجرة .

رابعاً — نقل الأسيتيلين وتعبئته :

تبلغ نسبة الأسيتيلين في كريد الكالسيوم ٣١٪ من وزنه والغاز المحضر من الكريد يكون عادة نقياً ، ولا تزيد الشوائب فيه عن ٤٪ وقد يحضر الأسيتيلين في موقع العمل مباشرة ، ويمكن دفعه في هذه الحالة ، داخل مواسير الاستعمال بالورش . ويفضل استخدام التغذية المركزية إذا بلغ عدد محطات اللحام بالورشة عشرة وتراعى في هذه الحالة الأمور التالية :

١/٤ المواسير التي تستعمل تكون من المواسير عديمة اللحام Seamless .

وقد يكون من الأصوب استخدام الصلب غير القابل للصدأ حيث أن صدأ الحديد قد يكون بادئاً لانفجار الأسيتيلين .

٣/٥ يجب أن تكون الأسطوانة على بعد ٥ أمتار على الأقل من لمبة اللحام بعيدة عن الأفران أو أى مصدر للحرارة كالشمس مثلاً .

٤/٥ لا تجرى عمليات اللحام بحوار مواد قابلة للاشتعال كالبنزين والكبروسين ونشارة الخشب ، والفحم ... الخ . وعند اللحام فى العراء يجب أن يتم ذلك على مسافة من هذه المواد لا تقل عن عشرة أمتار .

٥/٥ عند اللحام فى العراء توضع الأسطوانة مائلة فوق قطعة من الخشب بحيث يكون بلفها مرتفعاً قليلاً عن مستوى قاعدتها ومتجهاً إلى أعلى .

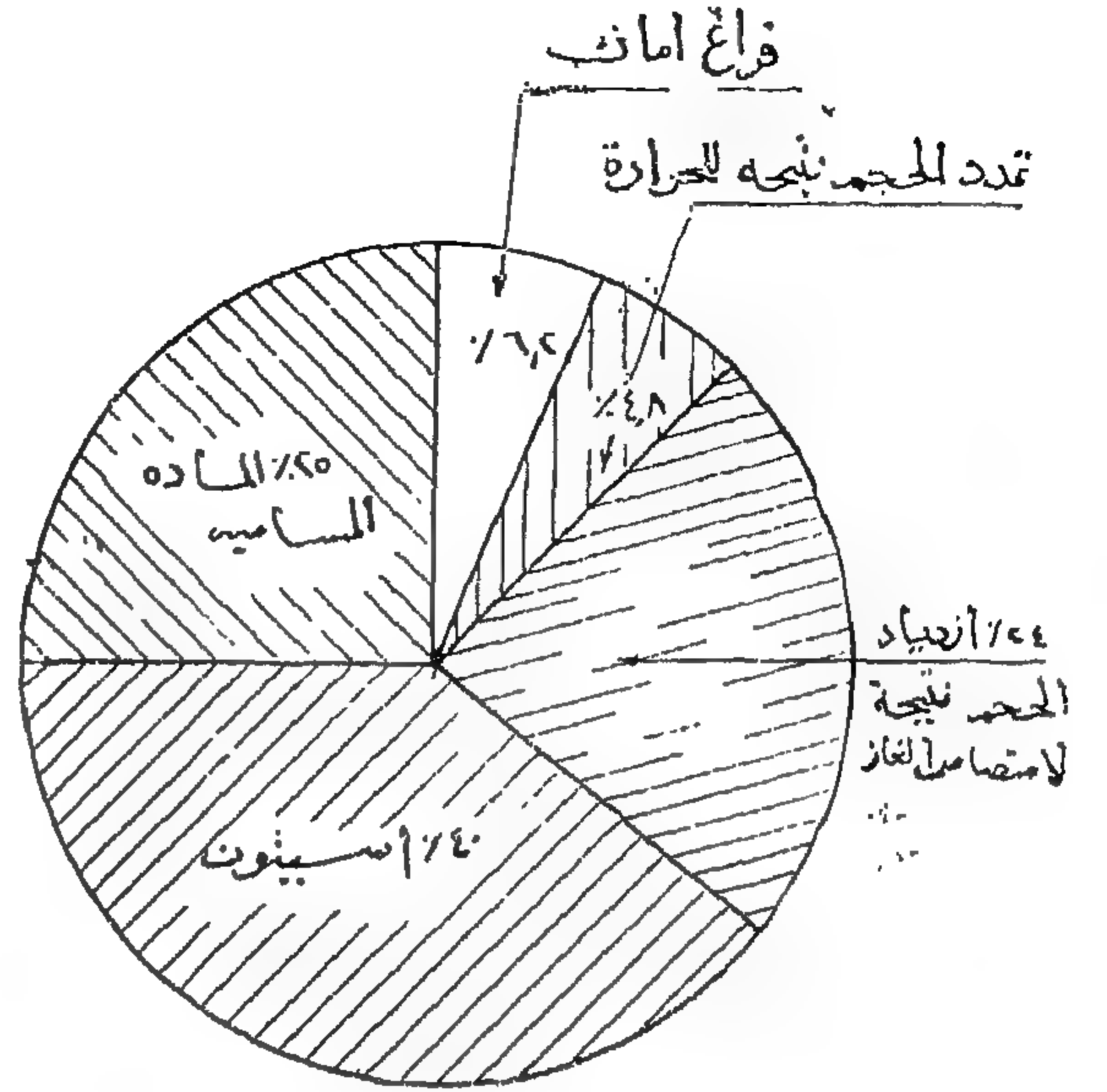
٦/٥ يكون فى كل محطة أسطوانتين ، إحداها احتياطية ، وتربط الاسطوانات المخزونة بالخائط ، أو فى عامود ، أو تحمل على عربة خاصة .

٧/٥ لا تقل المساحة المخصصة لورشة اللحام عن عشرة أمتار مربعة ، تخصص أربعة منها لإجراء عمليات اللحام ، ولا يقل عرض الممرات بها عن ٨٠ سم .

٨/٥ عند اللحام داخل تانكات ، أو غلايات ، أو أوعية مغلقة ، يجب أن يسمح لعامل اللحام ، بفترة راحة خارج التانك ، ولزيادة الاحتياط يجب تواجد مساعد خارج التانك الذى يتم لحامه ، ويجب تزويد المكان المغلق عند مدخله بمروحة شافطة أو دافعة حسب الحالة .

٩/٥ لا يزيد الفولط المستخدم فى الإضاءة عند اللحام داخل تانكات أو غلايات عن ١٢ فولط حرصاً على الحياة .

١٠/٥ يجب ألا تزيد نسبة الأكسجين فى الأسيتيلين المستخدم فى عمليات اللحام عن ٢,٥٪ والداى أسيتيلين عن ٥,٥٪ ( ١ جم / م<sup>٣</sup> ) وذلك طبقاً للمواصفة القياسية المصرية م . ق . م ٥٧٥ / ١٩٦٥ .



التوزيع الحجمى لاسطوانة الأسيتيلين

١٠/٤ ينص على كل أسطوانة على كمية الأسيتون الواجب تواجدها فيها .

١١/٤ لا يزيد الفراغ فى أعلى الأسطوانة عن الحد المسموح به .

١٢/٤ تختبر اسطوانات الأسيتيلين على ضغط ٦٠ جوا .

خامساً : اشتراطات عند إجراء عمليات اللحام ونقل الاسطوانات وتخزينها :

١/٥ يجب أن يكون الغطاء الواقى للأسطوانة مثبتاً فيها أثناء عملية النقل وذلك حماية للبلطف من التلف والقاذورات .

٢/٥ يجب وقاية الأسطوانة من السقوط والصدمات أثناء التحميل والتفريغ من العربات ، سيات فى ذلك أن تكون الأسطوانة فارغة أو مملوءة .

ملخص الموضوعات  
بالقسم الافرنجى

طريقة جديدة لعمل موازنة ديناميكية كاملة  
لتركيبية الاربعة أضلاع ذات الأزواج اللدافاة

الدكتور المهندس محمد يوسف عفيفى

الغرض من هذا البحث هو عرض طريقة جديدة لبيان إمكان  
عمل موازنة ديناميكية لتركيبية الأربعة أضلاع ذات الأزواج اللدافاة ،  
وذلك باستخدام كتل لدافاة فقط وكما يمكن تطبيق الطريقة أيضاً  
بالنسبة للتركيبات المركبة ، القى تتكون من هذه التركيبية ، وبهذه  
الموازنة يمكن منع الاهتزاز الجبرى من هيكل هذه التركيبية .



# مشروع محطة تعمل بطاقة الرياح على شاطئ البحر الأحمر

للدكتور المهندس محمود فوزى

إن المياه هي عصب الحياة في المناطق المنعزلة فاذا وجدت هذه المناطق على شواطئ البحار فإن استخدام طاقة الرياح لتحويل مياه البحر إلى مياه عذبة قد يكون أرخص من نقل المياه إلى هذه المناطق . وقد اختبرت مدينة الغردقة كمثال لبقعة على شاطئ البحر الأحمر لدراسة إمكانية بناء مروحة هوائية محورية هناك لاستغلال طاقة الرياح في عملية إزالة ملوحة مياه البحر وذلك لمعرفةنا بالتوسط الساعى لسرعة الرياح هناك وقد حصلنا على هذا المتوسط من مصلحة الأرصاد الجوية لعام ١٩٦٨ . وكذلك للمتوسط اليومي لسرعة الرياح للعشر سنوات الماضية والمقارنة اختبرت مدينة على شاطئ البحر الأبيض هي مرسى مطروح وذلك أنها بقعة متميزة بسرعة الرياح فيها وباستخدام هذه المتوسطات يمكن رسم منحنى لليوم لسرعة الرياح في الغردقة شكل (١) وقد أضيف المنحنى لمرسى مطروح شكل (٢) للمقارنة ويحدد شكل هذا المنحنى العلاقة بين القدرة النوعية لنطاق سرعة معينة وبين السرعة المتوسطة . ويتبين أن الغردقة مكان مناسب لاستغلال طاقة الرياح عند ما يحسن المصمم اختبار السرعة العيارية التي تناسب نظام الرياح في هذا الموقع . فلقدرة نوعية أصغر لسرعة متوسطة معينة توجد الميزة لسرعة عيارية أكبر أن قدرة معينة للتربين يمكن الحصول عليها بمروحة أصغر .

وباستعمال ما لدينا من أرساد أمكن حساب القدرة بالكيلوات ساعة لتربين محوري مساحة قرصه ١٠٠ م<sup>٢</sup> . وباستعمال هذه الطاقة لتحويل مياه البحر الملحة إلى عذبة أمكن حساب السكمية النظرية للمياه العذبة والتي يمكن الحصول عليها من هذا التربين باعتبار أن كل متر مكعب من المياه العذبة يلزمه ٩٧٠ كيلوات ساعة . ويبين جدول (١) السكمية اليومية في عام ١٩٦٧ وهو أحد السنوات المرتفعة للإيراد . ويبين جدول (٢) المجموع الشهري لسكمية المياه . ويلاحظ أن أكبر كمية مياه هي ٢٥٤٦ م<sup>٣</sup> في يوم ١٧ يولييه كما أن أصغر كمية هي ٨١ م<sup>٣</sup> في يوم ١٥ مارس .

ولمعرفة تغير سرعة الرياح في أثناء اليوم . ثم حساب النسبة بين الرياح إلى أقل سرعة في اليوم . وذلك للسنوات ٥٢ - ١٩٦٨ لسرعات يومية في الأوقات التالية :

عند منتصف الليل والساعة ٣ ، ٦ ، ٩ صباحاً

عند الظهر والساعة ٣ ، ٦ ، ٩ بعد الظهر :

من هذا الحساب أمكن تقسيم نظام تغير سرعة الرياح إلى ٣ فترات :

الأولى : من نوفمبر وحتى فبراير

الثانية : من مارس وحتى يونيو

الثالثة : من يوليو وحتى أكتوبر

ويلاحظ أن أصغر نسبة تقع الساعة ٩ مساء طوال العام . وأن أعلى نسبة تقع الساعة ٦ صباحاً للمجموعتين بينما تكون في الساعة ٩ صباحاً للمجموعة الثالثة كما في شكل (٣) وهذا التوزيع يناسب تماماً الغرض من بناء التربين وهو تحويل مياه البحر للاستعمال المنزلى حيث يزداد الطلب على الماء صباحاً .

وللمقارنة تم الحساب والتقسيم بنفس الطريقة لمرسى مطروح فكانت النتيجة فترتين فقط من نوفمبر إلى مارس ومن أبريل إلى أكتوبر كما في شكل (٤) ولها أعلى نسبة ظهراً طوال العام بينما تقع أصغر نسبة الساعة ٦ مساء للمجموعة الأولى والساعة ٩ مساء للمجموعة الثانية . وهذا النظام يناسب تماماً استخدام قدرة التربين في رفع المياه للرى .

ولمعرفة الفترات التي يتوقف فيها التربين اعتبرت سرعة القطع ١٦ كم/س وهي سرعة مرتفعة تمثل عيباً في التربين المحورى إلا أن حساب هذه الفترات لعام ١٩٦٨ . أثبت أن ذلك غير صحيح وأن الفردقة مكان يعتمد عليه في استخلاص الطاقة من الرياح . وبين جدول رقم (٣) عدد الفترات التي يستمر وقوف التربين فيها لمدة تتراوح بين ١ - ٤ ساعات ومدد تتراوح بين ٥ - ٨ ساعات وهكذا يتضح أن أطول مدة مستمرة يتوقف خلالها التربين هي ١٠٠ ساعة . وقد حدثت في أبريل كذلك أن ٤٣ من هذه الفترات يتوقف فيها التربين لمدة أكثر من ١٢ ساعة مستمرة منها ١٨ فترة خلال فصل الشتاء بينما يبلغ عدد الفترات التي يتوقف فيها التربين لمدة أكثر من يوم كامل ثمانية فترات فقط أما عدد الساعات الكلية التي يتوقف التربين فيها خلال العام فتبلغ ٢٠٤٨ ساعة وهي تشكل ٣٣٪ من السنة . وإذا اخترنا سرعة رياح حرجة ( ٨ كم/س ) وهي السرعة التي تصل عندها قدره أى تربين إلى قرب الصفر نجد أن النسبة بين ما يمكن الحصول عليه من طاقة نظرية لتربين محورى وبين أقصى ما يمكن الحصول عليه من طاقة الرياح كما جاء في جدول (٤) . ومنه يتبين أن النسبة تتراوح بين ٩٣٨ - ١٠٠٪ وهذا يؤكد أن عيب ارتفاع سرعة القطع للتربين المحورى لا تشكل سبباً رئيسياً في عدم استخدام التربين المحورى في منطقة الفردقة . وللمقارنة مع مرسى مطروح حسبت القيم السالفة وهي مبينة في جدول رقم (٥) ويتضح منه أن أطول مدة مستمرة يتوقف خلالها التربين هي ٩٥ ساعة وقد حدثت في سبتمبر كذلك . ويتبين أن ١٠٣ من هذه الفترات يتوقف فيها التربين لمدة أكثر من ١٢ ساعة مستمرة منها ٢٥ خلال فصل الشتاء بينما يبلغ عدد الفترات التي يتوقف

فيها التربين لمدة أكثر من يوم كامل ١٥ فترة . أما عدد الساعات السككية التي يتوقف فيها التربين خلال العام فتبلغ ٣٥٥٤ ساعة . وهي تشكل ٤٠٪ من السنة .

أما النسبة بين ما يمكن الحصول عليه من طاقة نظرية باستعمال تربين محوري وبين أقصى ما يمكن الحصول عليه من طاقة الرياح فهو كما جاء في جدول (٦) ومنه يتبين أن النسبة تتراوح بين ٦٩,٨ — ٩٩,٧٪ .

نما تقدم يتضح وجود طاقة رياح متوفرة على شاطئ البحر الأحمر يجب استغلالها وهذا يحتم تحديد برنامج للعمل نظراً لما يجابه مثل هذه التربينات من تغيرات لتلائم الموقع مما يحسن معه إقامة تربين رواد في الموقع تؤخذ عليه تجارب لمدة عام لمعرفة التغيرات اللازمة ولإدخال التمديلات الملائمة وحتى يمكن إنتاج التربين بإعداد وفيرة لتركيبها على طول ساحل البحر الأحمر ويمثل تخزين الطاقة لاستعمالها عند الحاجة مشكلة رئيسية يمكن حلها ورعاً بطرق فنية مستحدثة . فإقامة التربين الرائد يفيد إذن في ثلاث نقاط أساسية لمعرفة كمية الطاقة السنوية للتربين وإمكانية الاعتماد عليه وطريقة التخزين على أسس اقتصادية سليمة .



## التحكم المركزي التلقائي لشبكات القوى الكهربائية

للدكتور المهندس مدحت أديب نصر

يقدم هذا البحث عرضاً وتحليلاً لأنواع وطرق التحكم المركزي في توزيع القوى الكهربائية مع المقارنة بينها بغرض استخلاص المميزات الخاصة بكل منها .

واشتمل البحث أيضاً على طريقة للتحكم في الحمل والذبذبة في شبكات القوى الكهربائية ، وطرق نقل وتبادل المعلومات بين مراكز التحكم ومحطات توليد القوى الكهربائية .



# الانهيار المفاجيء للسفن الملاحومة

## والمبندية من الصلب المنتج محلياً

دكتور مهندس يحيى قابيل ، المهندس أحمد فرحات

يتعرض هذا البحث لمشكلة الانهيار القصيف للسفن التي يمكن تصنيعها محلياً من صلب بناء السفن B.S. 13 ، الذي تنتجه مصانع الحديد والصلب المصرية ، وأسياخ اللحام المصرية Gazine R—48 ، وهي المشكلة التي واجهت صناعة بناء السفن في كل من أوروبا والولايات المتحدة حينما استخدم تكتيك اللحام في هذه الصناعة لأول مرة على نطاق واسع نظراً للميزات الضخمة التي يتميز بها على أسلوب البرشام الذي كان سائداً في ذلك الوقت . ولقد قامت هذه الدراسة باستعراض تطور هذه المشكلة التاريخي وشرح مختلف التجارب التي تصدت لاستكشاف جوانب هذه المشكلة ثم قامت بإجراء سلسلة من التجارب على كل من معدن الأساس وسمك اللحام .

ولقد أسفر البحث عن تحديد درجات الحرارة الحرجة التي تعتبر حد الأمان لتلافى الانهيار القصيف لكل من الصلب ومعدن اللحام في ظروف الخدمة المختلفة . كما كشفت الدراسة عن بعض العيوب في تغليف الأسلاك التي قد تسبب في إدخال « حوز » يمكن أن يبدأ منها الكسر عند توفر الظروف المناسبة من ناحية الإجهاد ودرجة الحرارة .

وأظهر البحث كذلك أن تخمير واستبدال صلب الأساس من ناحية والتسخين المبدئي قبل اللحام من ناحية أخرى ليس لهما أى تأثير على تحسين خواص مطولية الحز ، ويرجع هذا إلى تضخم الحبيبات الناشئ عن معدل التبريد البطيء ، كما ناقش البحث أيضاً بعض مساوئ وحدود بعض الاختبارات المستخدمة في بحث هذه المشكلة ، مثل اختبار الصدمة المنخفضة ، واختبار العينة المركبة .

# العوامل المؤثرة على نفاذية أقراص الترشيح

دكتور محمد زكى حتوت ، دكتور محمد فكرى شلى

دكتور محمد محمود الجندى

يتضمن البحث قياس درجة النفاذية عملياً لمهد مكونة من حبيبات الكوارتز وقد استخدم لذلك حبيبات لها مدى حجمى واحد فى كل مهد وكذا استخدمت مهد مكونة من خليط من حبيبات مختلفة الحجم . وقد تراوحت المسامية بين ٣١ — ٤٧ ٪ والمسطح النوعى تتراوح بين ١٠٠ — ٧٠٠ سم<sup>٢</sup>/سم<sup>٣</sup> وقد تبين من البحث أن درجة النفاذية تزداد بازدياد النسبة الحجمية للمسام إلى المادة الصلبة ، كما تزداد درجة النفاذية مع تناقص المسطح النوعى .

وقد استنتجت علاقة رياضية من النتائج العملية باستخدام المهد المتجانسة فى حجم الحبيبات ويوضح البحث أنها تتفق مع النتائج العملية للنفاذية بالنسبة للخليط المستخدمة والمكونة من خليط من حبيبات مختلفة الأحجام .

وتوضح العلاقة الرياضية أن المسامية والمسطح النوعى هما العاملان الرئيسيان المؤثران على درجة نفاذية أقراص الترشيح .

$V_p$	Volume of particle. ( $\text{cm}^3$ )	$g$	Gravitational constant. ( $\text{cm}/\text{sec}^2$ )
$\Delta P_c$	Pressure drop across filter cloth and supporting wire. ( $\text{gm}/\text{cm}^2$ )	$\epsilon$	Porosity. (fraction)
$\Delta P$	Pressure drop across porous bed. ( $\text{gm}/\text{cm}^2$ )	$\Delta \phi_n$	Mass fraction of the total sample that is retained by screen $n$ .
$\mu$	Viscosity. (Poise)	$\lambda$	Shape factor of particle.

## REFERENCES

1. Graton, L.C., and Fraser, M.I.T. Geol., 1935, 43, 785.
2. Smith, W.O., Foote, P.D., and Busang, P.F., Phys. Rev., 1929, 34, 1271.
3. Furnas, C. C., Industr. Enging. Chem., 1931, 23, 1052.
4. Wise, M.E., Philips Res., Rep. 1952, 7, 321.
5. McRae, J. C., and Gray, W. A., Brit. J. applied Phys., 1961, 12, 164.
6. Freshwater, D.C., and Scarlett, B., The Chem. Eng. (Tr. Inst. Chem. Engrs.), 43, 8, 1965.
7. Tickell, F.G., Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 1935, 19, 1233.
8. Mavis, F. T., and Wilsey, E. F., Engng News Rec., 1937, 118, 299.
9. Prokat, F., Chem. Apparatur, 194, 27, 129.
10. Krumbein, W.G., and Monk, G.D., Trans. Amer. Inst. Min. Engrs; 1942, 151, 153.
11. Sen—Gupta; N.C. ; and Nwryn, M.G.T., Indian J. of Phys., 1943, 17, 39.
12. Pillsbury, A.F., Soil Sci., 1950, 70, 299.
13. Scheidegger, A.E., Prod. Mon., 1953, 17, No. 10, p. 17.
14. Childs, E.C., and Collis-George, N., Proc. Roy. Soc., 1950, A 201, 392.
15. Marshall, T.J., Soil Sci, 1958, 9, 1.
16. Hathout, M. Z., Chalabi, M. F., and El-Gindy, M.M., Tech. Bull. Assiut University, 1966.
17. Martin, Trans, Brit. Ceramic Soc., 27, 285 (1928).



## CONCLUSIONS

It is obvious from the investigation that the permeability is determined by the ratio of voids to solids as well as by the specific surface. The particle size distribution has no effect on the permeability as long as the different sized particles are uniformly distributed in the bed. This leads to the conclusion that there is no effect of particle size distribution of a slurry on its behaviour in a filtration process if the slurry is thoroughly mixed. If the rate of filtration is the important factor, the permeability of the bed could be increased by increasing the ratio  $\frac{\epsilon}{1-\epsilon}$  and decreasing the specific surface until a suitable value is obtained in accordance with equation (6).

If the clarity of the filtrate is more important, the porosity of the bed may be adjusted to achieve the required degree of clarity.

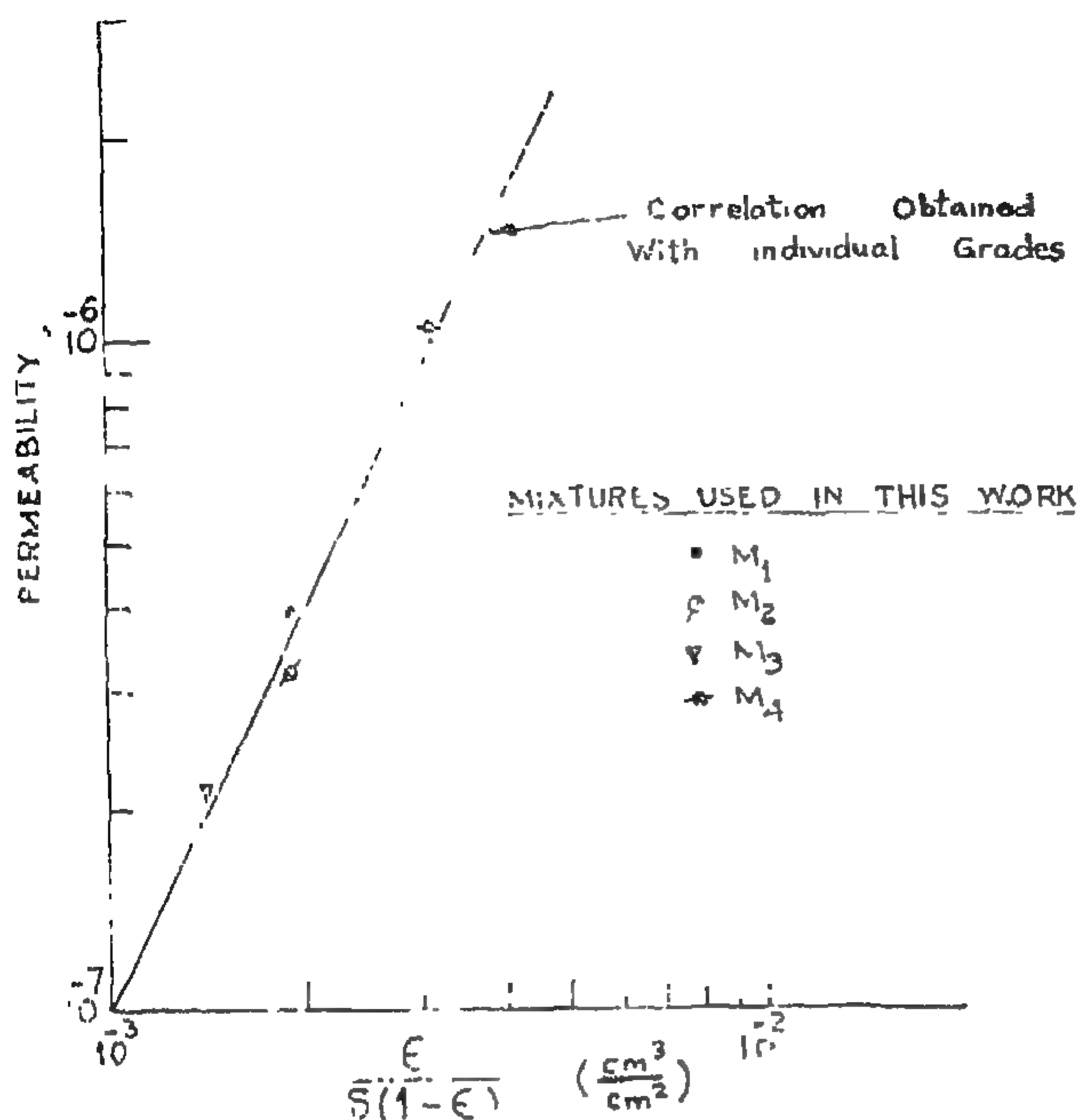


Fig. 7. — Comparison of Permeability of Mixtures with Correlation of Individual Grades.

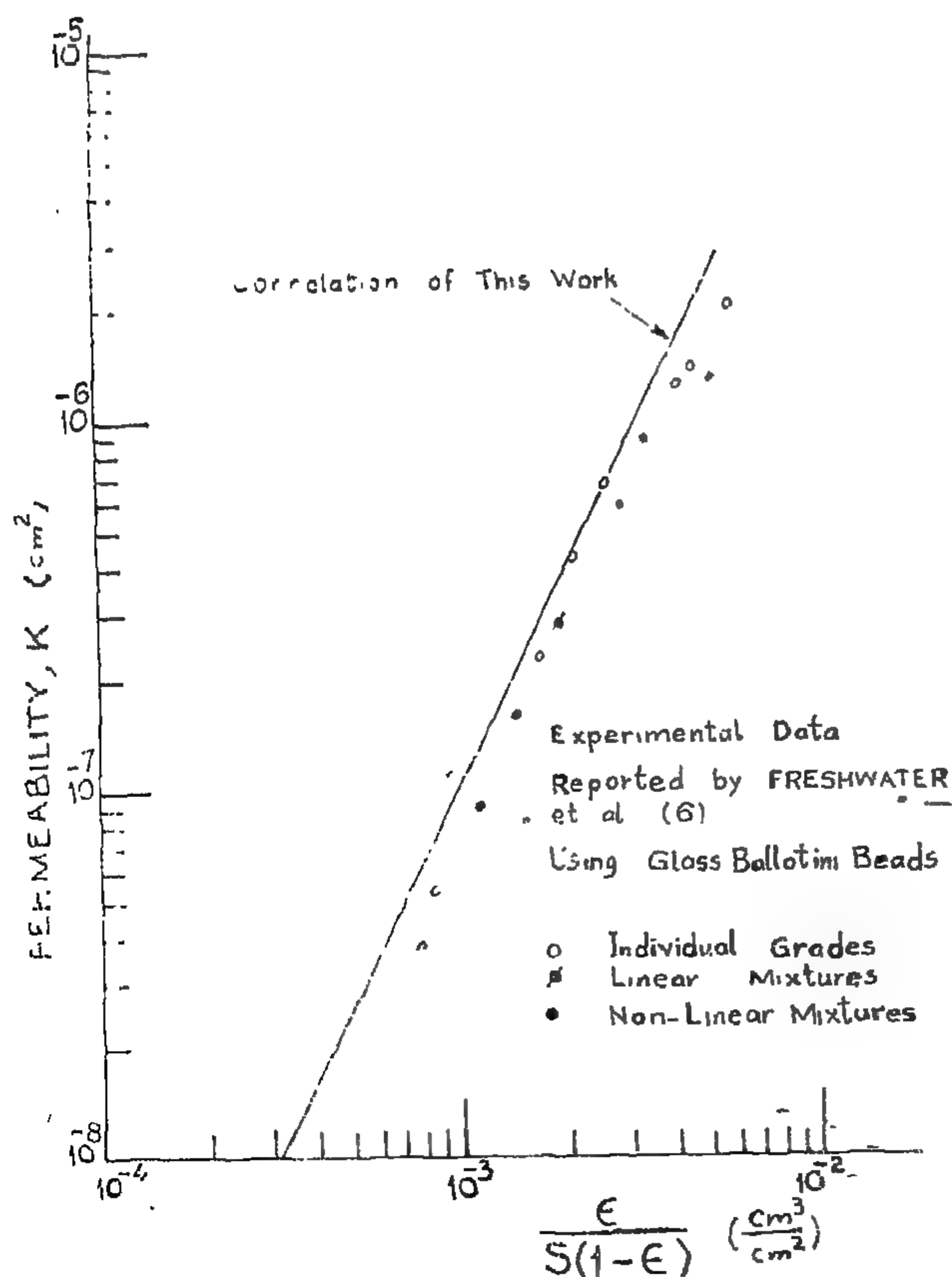


Fig. 8. — Comparison of Permeability.

## SYMBOLS USED

$A$	Cross sectional area of porous bed. (cm²)
$A_p$	Surface area of particle. (cm²)
$D_p$	Arithmetic average particle diameter. (cm)
$D_n$	Arithmetic average particle diameter retained by screen $n$ . (cm)
$K$	Experimental permeability. (cm²)
$k$	Calculated permeability from Kozeny-Carman equation. (cm²)
$L$	Height of porous bed. (cm)
$n_T$	Number of screens.
$q$	Flow rate. (cm³/sec.)
$S$	Specific surface. (cm²)/(cm³)

$$K = 0.1 \left\{ \frac{\epsilon}{S(1-\epsilon)} \right\}^2 \quad \dots\dots (6)$$

In order to test the applicability of this correlation to mixtures of different compositions, four mixtures were prepared from the individual grades and the particle size distribution is shown in figure number (6). The measured permeability of each mixture was

plotted against  $\frac{\epsilon}{S(1-\epsilon)}$  as shown in Fig.

7. It is seen that the correlation obtained with individual grades applies to mixtures as long as thorough mixing is ensured before measuring the permeability.

In order to compare the correlation of this work with previously reported data, figure number (8) was developed to illustrate the experimental data reported by Freshwater et al<sup>(6)</sup>, who measured the permeability of porous beds of glass Ballotini beads. It is seen that the correlation of this work is quite in good agreement with their data than the values calculated from Kozeny-Carman equation 1.

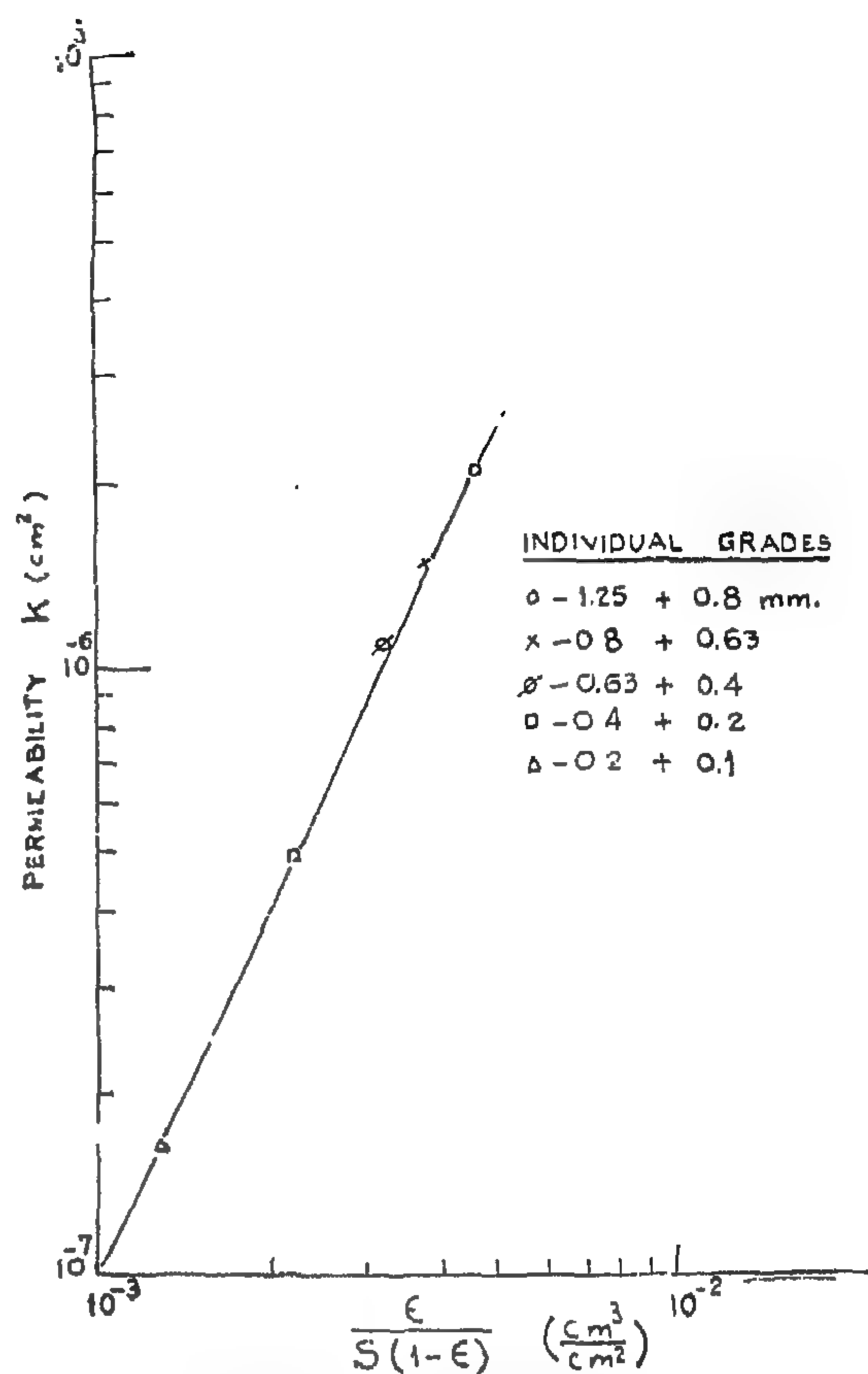


Fig. 5. — Effect of Porosity and Specific Surface on Permeability.

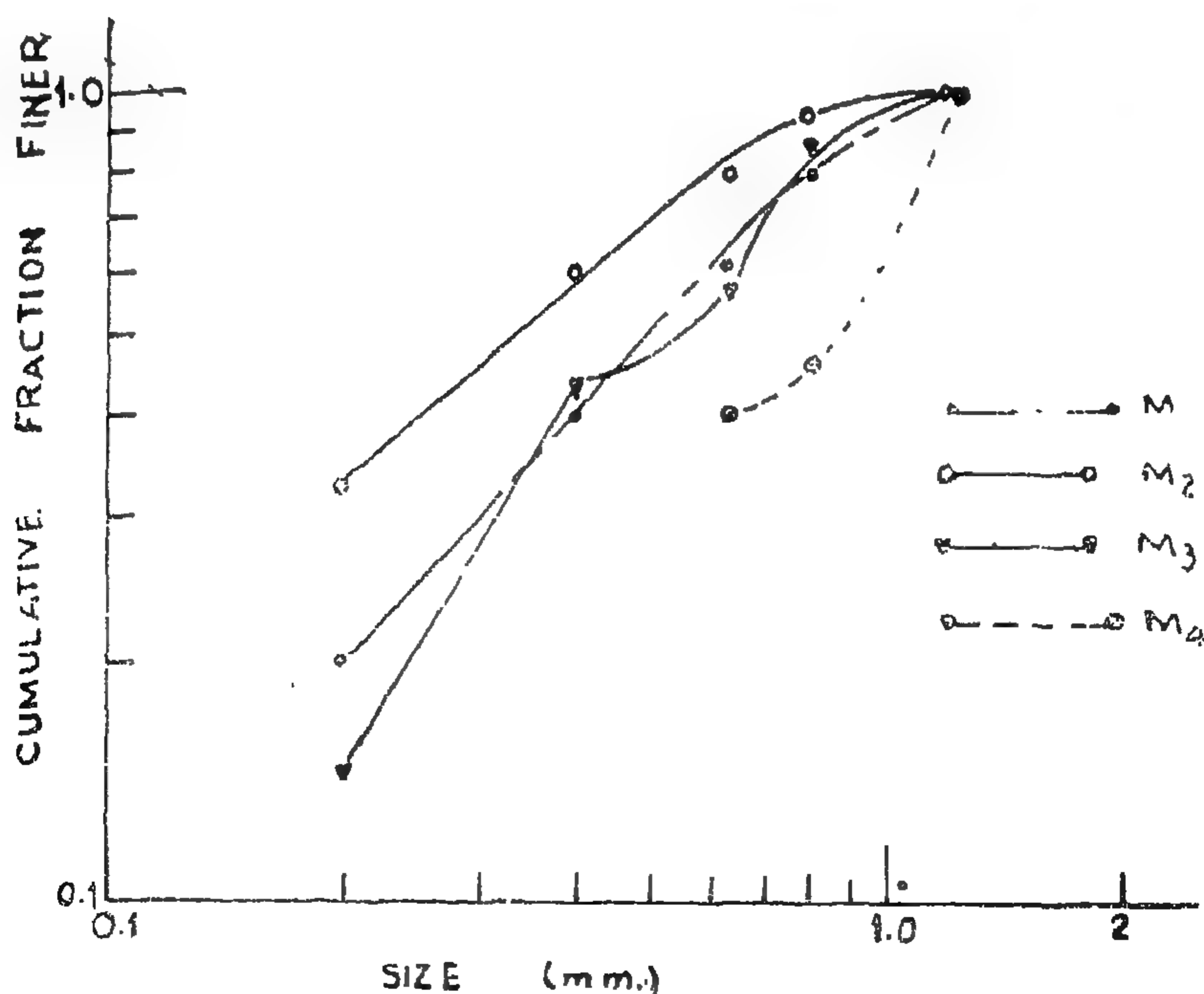


Fig. 6. — Particle Size Distribution of Different Mixtures of Quartz Particles.

## RESULTS AND DISCUSSION

Table (1) gives the values of the shape factor,  $\lambda$ , as determined by the two different methods previously mentioned for the particle shapes illustrated in figure number (1).

Table (1)  
Shape Factor

Shape No.	Shape Factor $\lambda$	
	Graphical integration	Martin's method
1	1.75	1.75
2	1.74	1.71
3	1.61	1.58
4	1.63	1.76
5	1.86	1.74
Average	1.72	1.70

It is seen from the above table that both methods give nearly the same value of the shape factor,  $\lambda$ , and an average value of 1.7 was applied in the calculations of the specific surface.

Figure number (3) shows the pressure drop across the filter cloth and supporting wire at different rates of water flow which can be represented by the equation :

$$\Delta P_c = 0.3 (q)^{0.8} \quad \text{..... (5)}$$

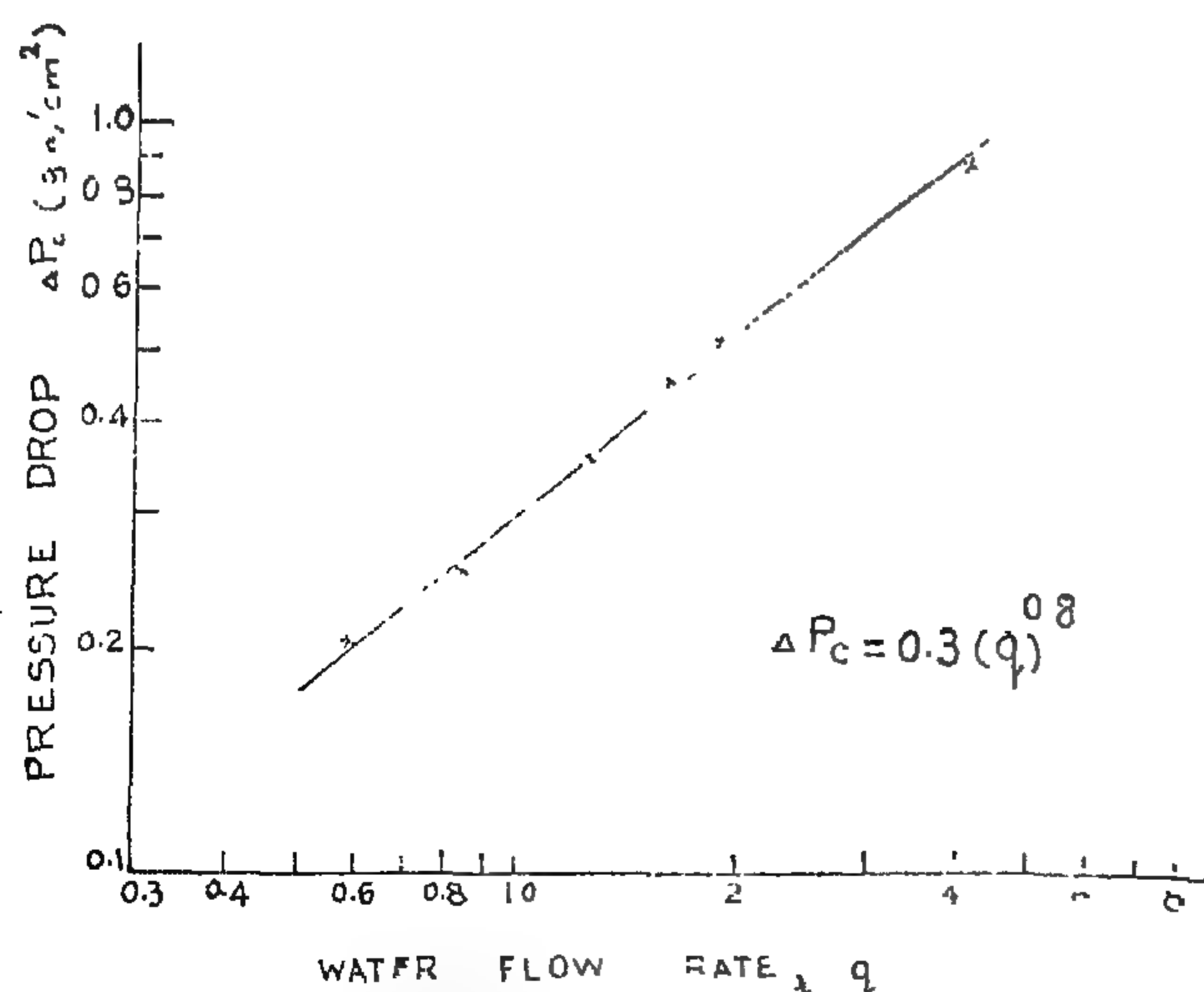


Fig. 3. — Pressure Drop across Filter Cloth and Wire Support.

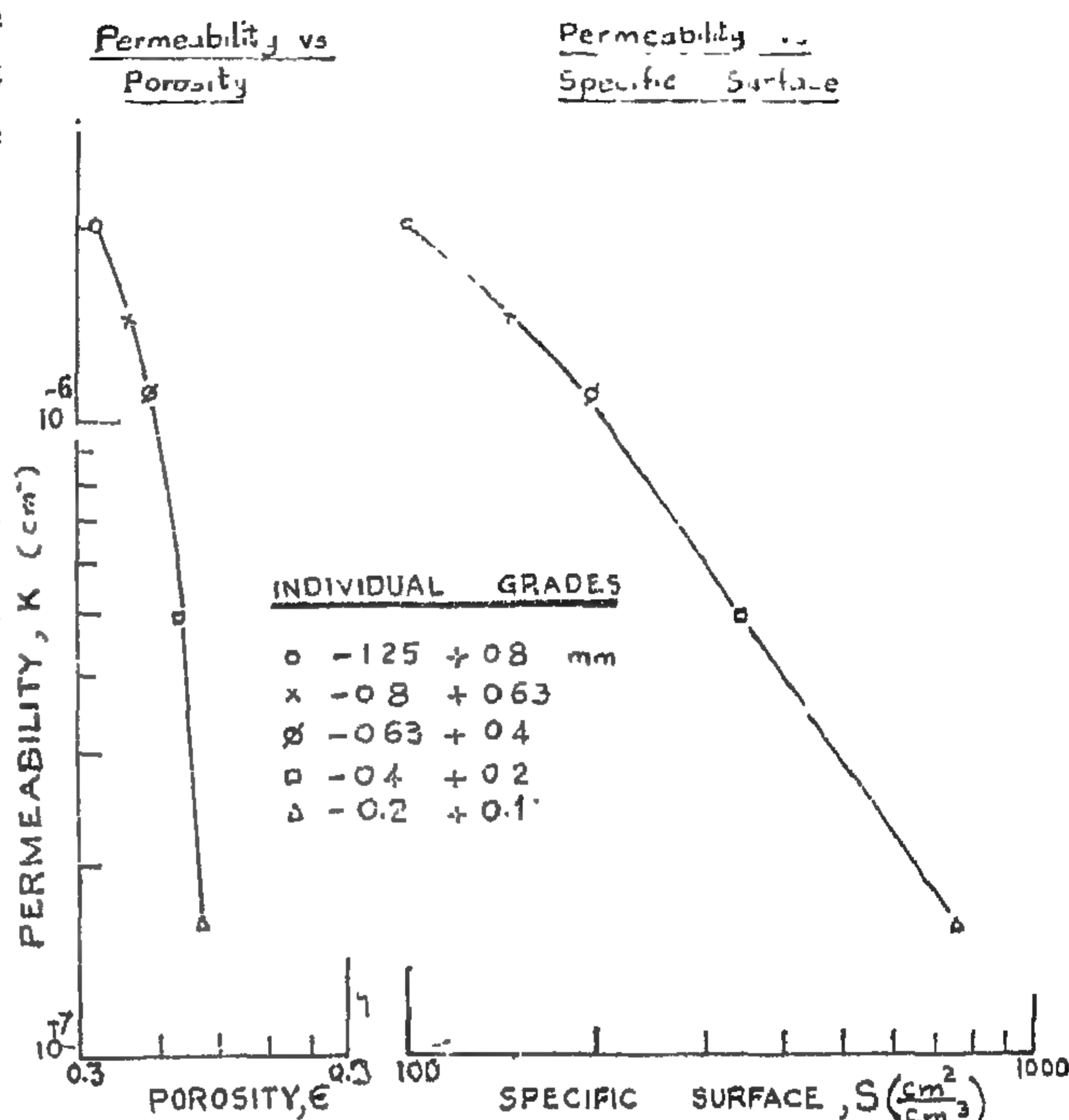


Fig. 4.

In case of measuring the pressure drop across the porous bed, the total measured pressure drop was reduced by the value of the pressure drop across the filter cloth at the corresponding water flow rate as determined from either fig. (3) or equation (5). Figure (4) shows the variation of permeability with porosity and with specific surface of the individual grades. It is clearly seen that as the particle size decreases the porosity increases and the permeability decreases. It also shows that the permeability decreases as the specific surface increases which is quite in good agreement with Freshwater et al<sup>(6)</sup>.

It has been found by algebraic analysis of the data, that in order to bring permeability, porosity, and specific surface in one correlation;  $(\log K)$  should be plotted versus  $\log$

$\frac{\epsilon}{S(1-\epsilon)}$  as shown in figure (5). Here

the data for the individual grades fit a straight line which is represented by the equation :



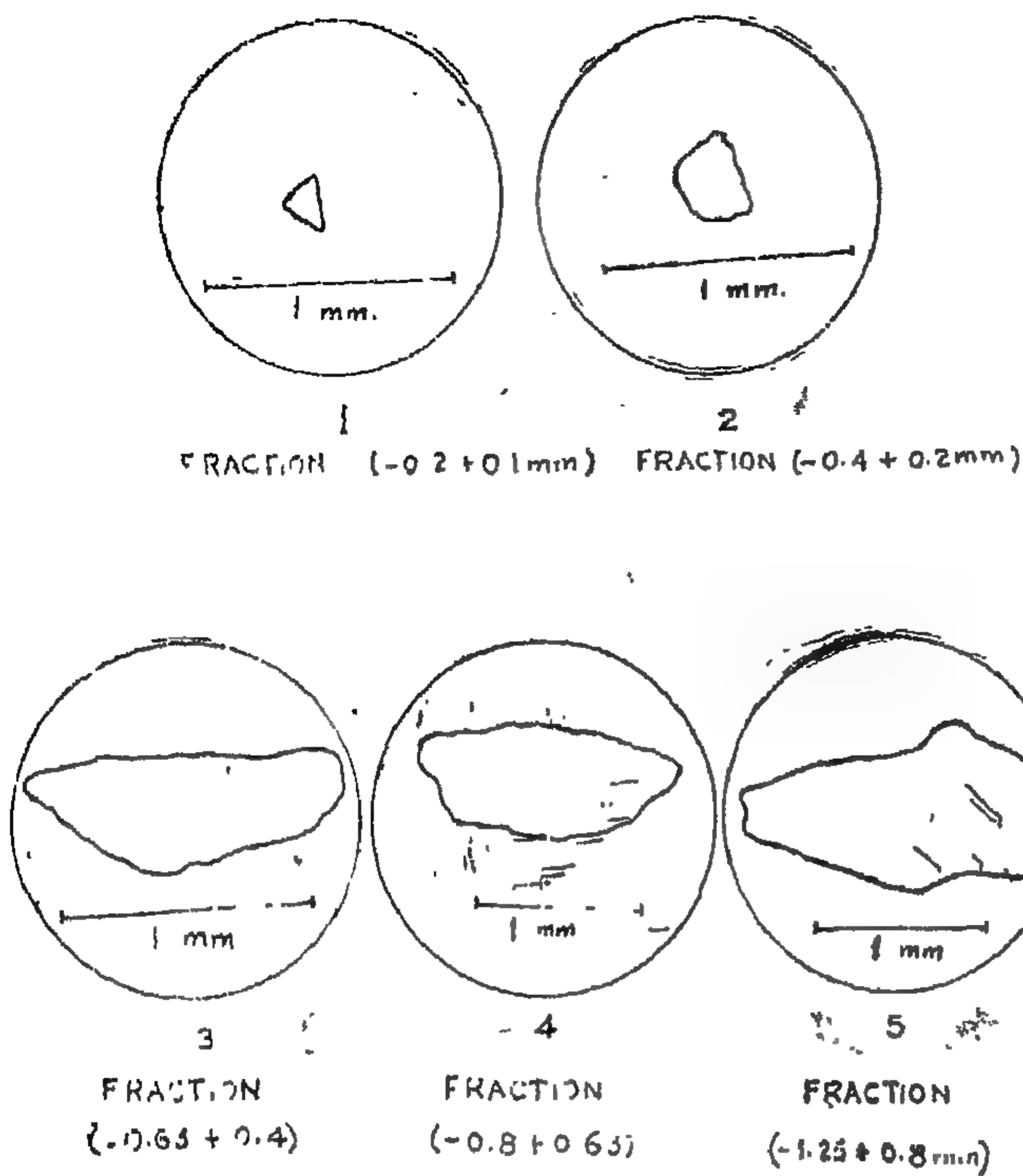


Fig. 1. — Different Particle Shapes.

The specific surface of each individual grade equalled  $\frac{6\lambda}{\bar{D}_p}$   $\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^3}$  and the specific surface of a mixture was calculated from the differential analysis as.....

$$6\lambda \sum_{n=1}^{nr} \frac{\Delta \Phi_n}{\bar{D}_n} \left( \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^3} \right)$$

The porosity was measured by weighing 50 gms of each sample, pouring it in a graduated cylinder, tapping the cylinder until the bed had reached its ultimate porosity and the volume occupied,  $V_2$ , was then measured. The actual volume of the solid sample,  $V_1$ , was determined by measuring the increase in the volume of water placed in another graduated cylinder after dropping the 50 gms sample into it. The porosity,  $\epsilon$ , was then calculated from the equation :—

$$\epsilon = \frac{V_2 - V_1}{V_2} \quad \text{..... (3)}$$

The permeability of each grade was determined using the apparatus shown in figure number (2). At first it was necessary to measure the pressure drop through the filter cloth and supporting wire at different rates of water flow. Each grade was then introduced in the apparatus and the permeability measured using the equation :—

$$K = \frac{q \mu L}{A \Delta P g_0} \quad \text{..... (4)}$$

In case of measuring the permeability of mixtures they were thoroughly mixed to avoid channelling of the water flow through the bed due to mal-distribution of the different particle sizes.

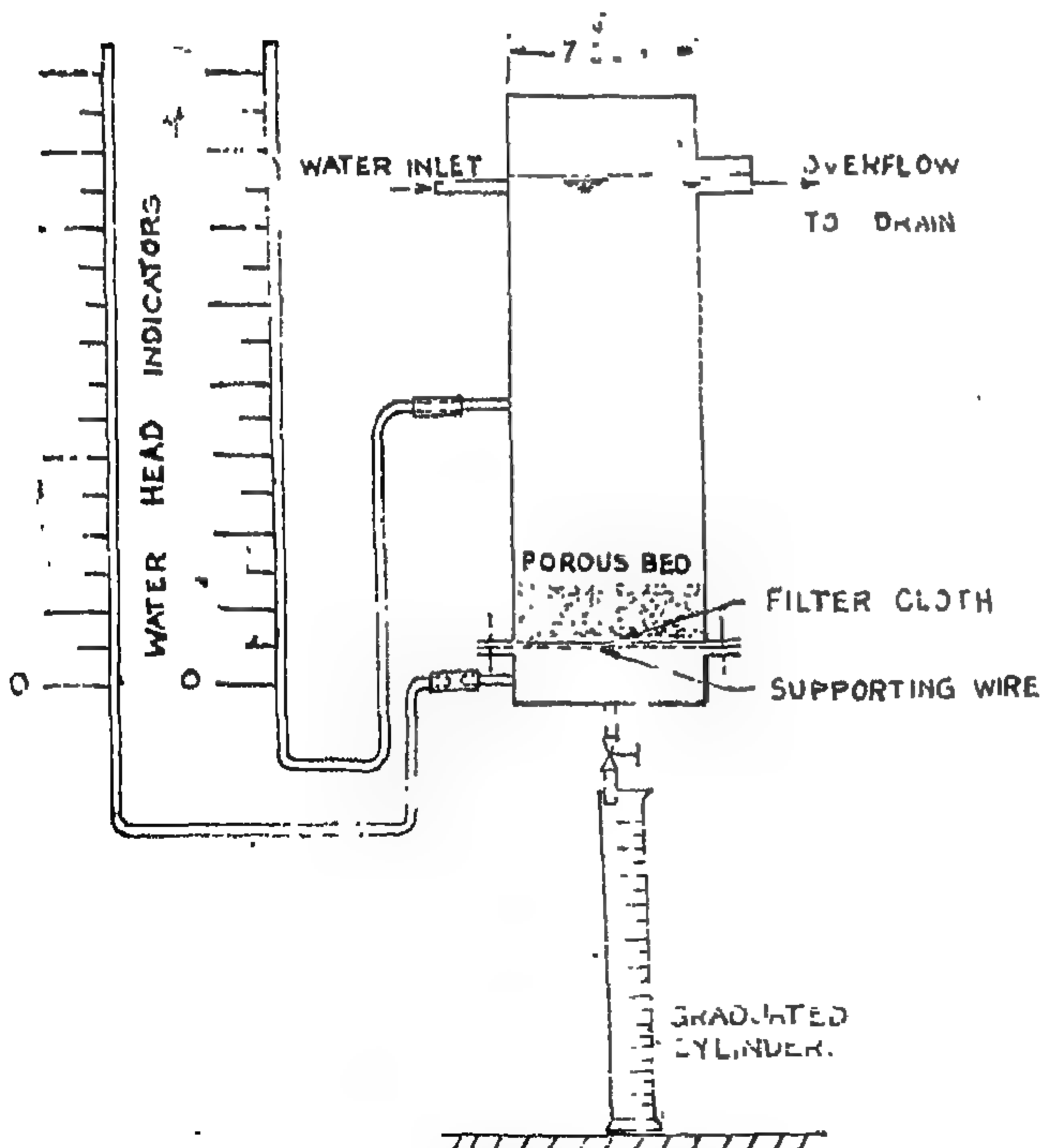


Fig. 2. — Apparatus for Permeability Measurement.

$$k = \frac{\varepsilon^3}{5 S^2 (1 - \varepsilon)^2} \quad \text{..... (1)}$$

They reported an approximate agreement between the measured and calculated values, and indicated that the permeability of the individual grades of beads decrease drastically with increasing specific surface. Their experiments showed that the permeability of a powder can be altered considerably by adjusting the size distribution. Their results showed more deviation from the predicted value for non-linear mixtures and they attributed this to the change of particle size distribution.

Childs and Collis-George<sup>(14)</sup> developed expressions for permeability on the basis of pore size distribution rather than particle size distribution, and a similar relationship has also been derived by Marshall<sup>(15)</sup>. The main problem of such approach is that the particle size distribution can be controlled in a slurry rather than the pore size distribution.

It is clear from the above literature review that more work is needed to establish the parameters affecting the permeability. It is intended by this work to show an experimental investigation of the factors affecting the permeability using beds of individual grades of quartz particles as well as mixtures of the individual grades with different size distributions.

#### *Experimental Work :*

The material used consisted of different size fractions separated by sieve analysis of ground quartz produced from a batch type rod mill in a previous investigation<sup>(16)</sup>.

The sizes of the fractions used in this work are :— —1.25 + 0.8 mm., —0.8 + 0.63 mm., —0.63 + 0.4 mm., —0.4 + 0.2 mm., and —0.2 + 0.1 mm.

The experimental work can be classified into three main items :—

- (a) Determination of the shape factor of the particles in the different fractions.
- (b) Measurement of the porosity of each of these fractions as well as of prepared mixtures of these grades.
- (c) Measurement of the permeability of these fractions as well as of the prepared mixtures.

The shape factor was determined by examining the shape of the particles under the microscope and selecting five different particles representing the most predominant shapes existing in all the fractions. Each particle was photographed on the microscope and the shape of the particle on a photographic print was traced on graph paper. The degree of magnification was determined from a one millimetre scale, divided into hundred divisions, which is printed on the glass slide carrying the particle, and is photographed with the particle. Figure number (1) shows the five different shapes of particles. The volume and surface of the particle was determined by graphical integration, taking the defining dimension of the particle,  $\bar{D}_p$ , equal to the arithmetic average dimension of the two screens defining the particle fraction, and equal to the level of the highest point in the particle over the glass slide of the microscope. The shape factor,  $\lambda$ , was then calculated from the equation :—

$$\frac{A_p}{V_p} = \frac{6\lambda}{\bar{D}_p} \quad \text{..... (2)}$$

The shape factor was also determined for the different particles applying Martin's method<sup>(17)</sup> by measuring a linear dimension which is the straight line dividing a particle lying on a microscope slide into two apparently equal parts.



# FACTORS AFFECTING THE PERMEABILITY OF FILTER CAKES

By

Dr. M.Z. HATHOUT<sup>1</sup>,

Dr. M.F. CHALABI<sup>2</sup>,

and

Dr. M.M. ELGINDY<sup>3</sup>

## ABSTRACT

The permeability of porous beds of quartz particles was determined experimentally. Different size fractions and mixtures were used with porosities ranging from 31 to 47 percent and specific surfaces ranging from 100 to 700 cm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>. It is shown that the permeability increases with the increase of the volumetric ratio of pores to solids and it also increases with the decrease of the specific surface. A correlation has been derived from the experimental data with the individual size fractions which is shown to agree with the experimentally determined permeabilities of the used mixtures. The correlation shows that the porosity and specific surface are the fundamental parameters affecting the permeabilities of filter cakes.

Porosity and permeability are two of the most frequently used macroscopic properties of a filter cake which describe a cake filtration process. Early investigations on the relationship between particle size and porosity concerned systems of mono-sized spheres, and it is generally known that they can pack in six possible ways to form regular systems varying in porosity from 0.48 to 0.26<sup>(1)</sup>. Smith<sup>(2)</sup> considered a system of mono-sized spheres in an irregular array and Furnas<sup>(3)</sup> considered mixtures of two sizes of spheres. Wise<sup>(4)</sup> predicted the pore sizes and porosity of an array of unequal spheres by considering the probability of a tetrahedron formed by any four spheres, all of which touch each other. McGrae and Gray<sup>(5)</sup> pointed out that a powder does not pack to a unique porosity and two states of packing can be only defined, one of minimum porosity and the second at incipient fluidisation. An infinite number of packing arrangements may exist between these two extremes. Freshwater et al<sup>(6)</sup> investigated the

effect of size distribution on the porosity of a bed consisting of glass Ballotini beads. They reported that for powders of the same size limits, the porosity of a packed bed decreases as the size distribution approaches linearity. For powders with a wide range of sizes, the porosity was lower than for powders of similar distribution but narrower size limits.

Several empirical correlations of particle size distribution to permeability have been made<sup>(7-12)</sup>; most of these investigations have considered only size range and not the shape of the distribution. Freshwater et al<sup>(6)</sup> measured the permeability of beds consisting of glass Ballotini beads with different size ranges. They compared their experimental data with the permeability calculated from equation (1), which represents the most popular model of permeability known by Kozeny — Carman model of a bundle of capillaries as given by Scheidegger<sup>(13)</sup>.

1. Professor of Mineral Dressing, Azhar University, U.A.R.

2. Assistant Professor in Chemical Engineering, Cairo University, U.A.R.

3. Assistant Professor in Mining Engineering, Assiut University, U.A.R.



3 —  $t_s$  in "sphere-plane" gaps under long impulse waves can be of comparatively long duration and can be calculated by equation (7).

4 — The new component of time lag  $t_z$  now introduced is of importance in a "point-plane" gap under long duration impulse waves. The ionization process during  $t_z$  affects the whole process of the discharge and influences the shape of the voltage-time characteristic curves.

5 —  $t_r$  can be accurately calculated by equation (15).

6 —  $V = f(t_d)$  characteristics of a 100 cm "point-plane" gap using 10-80/2000/Usec. impulse waves have the minimum at an average break-down voltage of 400 kV.

7 — The break-down process under impulse waves of long duration which represent the internal overvoltages differ completely from that which occurs under impulse waves of short duration which represent the atmospheric overvoltage waves.

## REFERENCES

1. Merkhailov S.D. Izvyastya NIIPT No. 1, 1957\*.
2. Stekolnikov I.S. Acadimya Naok U.S.S.R. Volume 133 No. 3, 1960\*.
3. Wanger C.F., Hileman A.R. Mechanism of break-down of laboratory gaps. Power apparatus and system october 1961.
4. Dolginov A.I. High Voltage technology. Moscow 1968\*.
5. Suratinski L.I. High Voltage ttechnique. Moscow 1952\*.
6. F.H. Sanders, Physi Rev. (41), 667.
7. J.M. Meck and J.D. Craggs. Electrical Break-down of Gases, Oxford 1953.
8. Keptsov N.A. electic Break-down of Gases. Moscow 1947\*.
9. Loeb. The main processes of electric discharge of gases 1950.
10. Larionov V.P. Electricity No. 5, 1956\*.
11. Norinder H, Salka O. Mechanism of positive spark discharges with long gaps in air at atmospheric pressure. Ark för fysik T. 3, No. 19, 1951.

---

(\*) In russian language.

d) *Formative time lag*  $t_f$  :

To determine  $t_f$  it is very important to take into consideration the velocity of the leader. In (10) the following equation was obtained for the leader velocity in a "point-plane" gap,

$$v = K_3 \frac{S}{X^2} (V_t - V_{ox}) \quad \dots (12)$$

Where,

$v$  = leader velocity,  
 $S$  = gap length,  
 $V_t$  = instantaneous voltage across the gap,  
 $V_{ox}$  = voltage across the non-discharged distance  $X$ ,  
 $K_3$  = constant.

Suppose that,  $V_t = V_{max}$  during time lag  $t_f$  and  $V_{ox} = aX$ .

Where,

$a$  = average voltage gradient in the gap.

Therefore, equation (12) has the new form,

$$v = K_3 \frac{S}{X^2} (V_{max} - aX) \quad \dots (13)$$

$$\text{If } v = - \frac{dX}{dt} \quad \dots (14)$$

Therefore, from equation (13) and (14) we can obtain,

$$t_f = \frac{K_4}{a^2 \cdot S} \left[ V_{max}^2 \log_0 \frac{V_{max}}{V_{max} - aS} - (V_{max} \cdot aS + \frac{a^2 \cdot S^2}{2}) \right] \quad \dots (15)$$

$K_4$  can be determined by one experimental point.

The formative time lag  $t_f$  can be conveniently calculated by equation (15).

11 — *Break-down voltage / time to break-down characteristics* :

The main peculiarity of the characteristics obtained is their V—shape, Fig. (5,8) and their minimum point at a certain time lag. This minimum was impossible to obtain under standard impulse waves. Referring to experimental results described here, these characteristics can be explained as follows :

It is well known that the minimum voltage gradient necessary for the break-down of such gaps is the static voltage gradient of 5 kV/cm. The average voltage gradient from Fig. (5) is 4 kV/cm and it is also known that the leader can only be developed if the gradient across the un-discharged distance of the gap is 5 kV/cm (10).

Therefore, the leader develops at the minimum point when a 20% of the gap length has already been discharged by ionization during  $t_z$ . This explanation agrees with (11) in which it is shown that the length of the corona streamers occupies in such gaps a length of 20% of the gap length. This also agrees with the calculation in Fig. (10) that the length of the ionized zone for a sphere of diameter 1 cm is 17 cm.

At higher voltages on the left branch of  $V = f(t_d)$  curve the leader forms on the wave front before the concentration of the positive space charges at the sharp electrode and, in this case the total time lag decreases.

The existence of the right branch of the curve is solely due to the ionization process occurring during  $t_z$  as explained before.

## CONCLUSIONS

Analysis of results obtained in this work lead to the following conclusions :

1 — The total break-down time lag exists in the general form of four components,

$$t_d = t_c + t_s + t_z + t_f$$

$t_d$  depends on the degree of non-uniformity of the electric field and its components are dependent on the shape of the impulse wave.

2 —  $t_c$  is the period of time between zero and the moment at which the voltage is sufficient for self-sustained ionization in the gap.

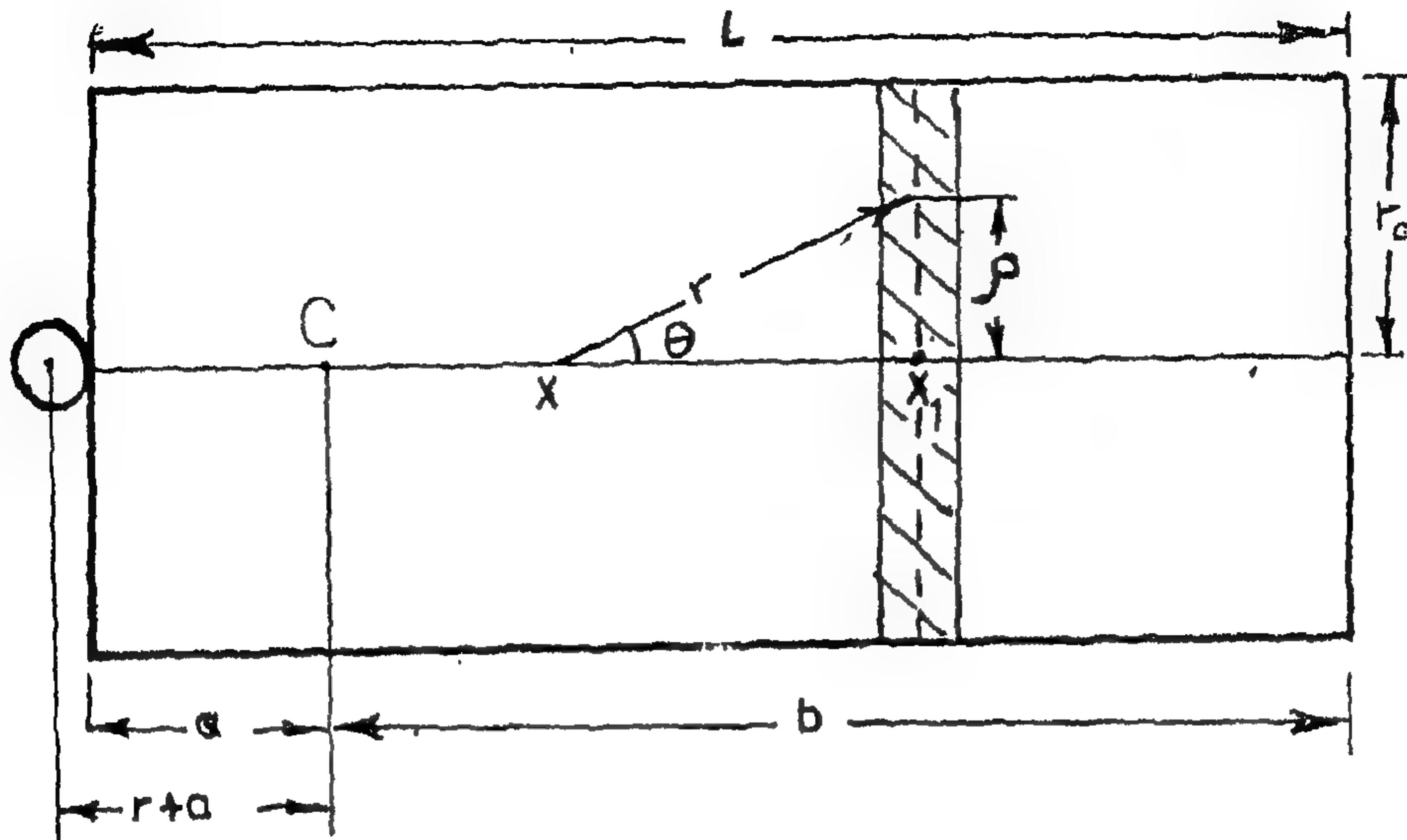


FIG 10 ASSUMED IONIZATION ZONE NEAR THE SPHERE ELECTRODE.

This distance is of sufficient length to affect the redistribution of the voltage across the gap and as a result, the voltage gradient at the surface of the sharp electrode may have to be raised again.

The following two expressions are proposed for calculating  $t$ , empirically. For left branch,

$$t_{AL} = \frac{K_1}{\left(\frac{V_{max}}{S}\right)^{1.5}} \cdot t_f \quad \dots (10)$$

For right branch,

$$t_{AR} = \frac{V_{max} - K_2}{2.5} \quad \dots (11)$$

Where :

$K_1$  and  $K_2$  are constants and can be determined from an experimental point for each expression,

$V_{max}$  is the maximum voltage amplitude,

$S$  is the gap length,

$t_f$  is the formative time lag.

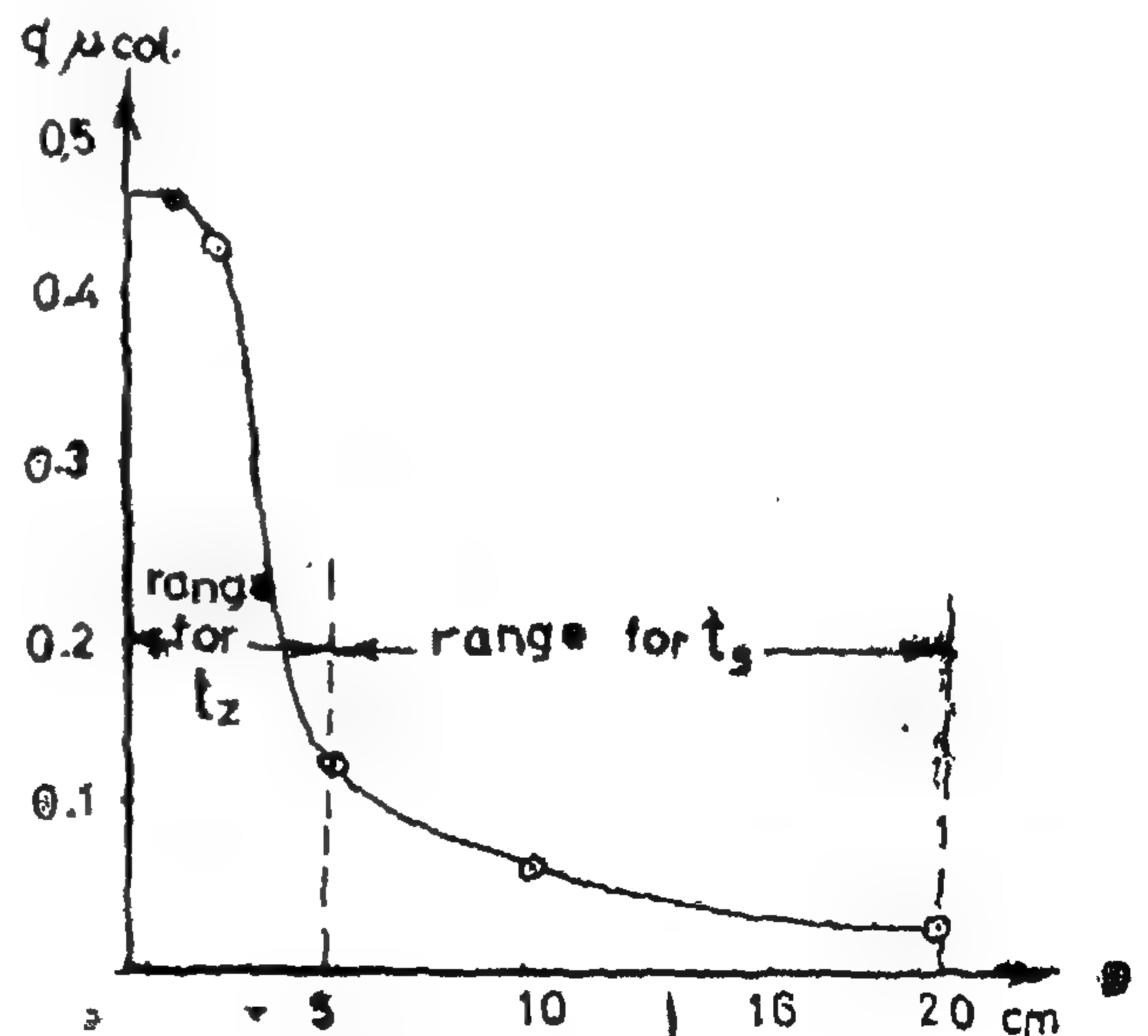


FIG 11 THE RELATION BETWEEN POSITIVE SPACE CHARGES AND DIFFERENT SPHERE DIAMETERS.



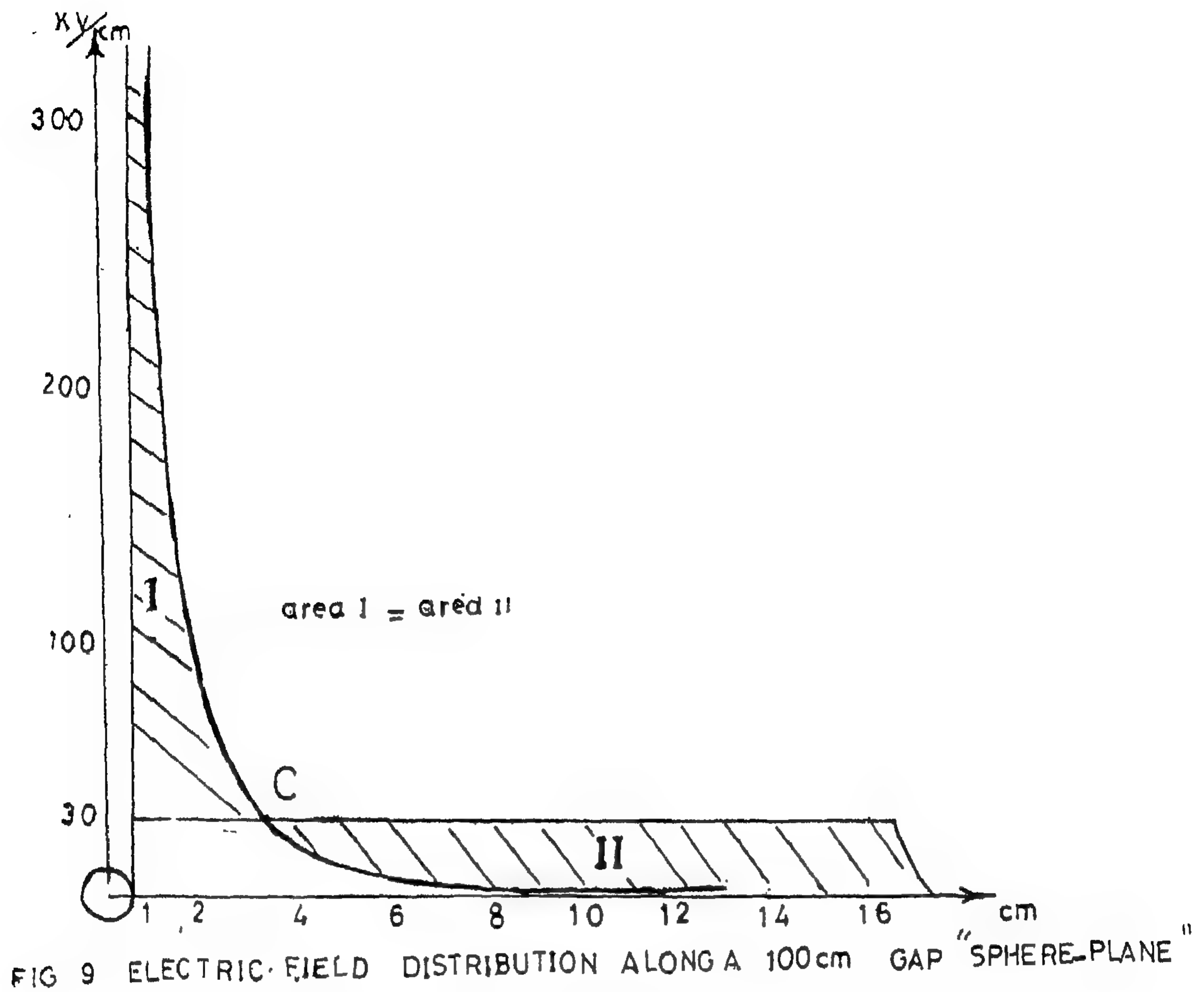


FIG 9 ELECTRIC FIELD DISTRIBUTION ALONG A 100 cm GAP "SPHERE-PLANE"

$D = 1 \text{ cm}$  , applied voltage = 500 KV , C = charge center .

length of ionization zone = 17 cm .

The solution of equation (9) for different sphere diameters gives the distribution of the positive space charges along the axis of the gap. The graphic integration of these relationships gives the value of the space charges for different sphere diameters, as shown in Fig. (11). The shape of this curve indicates that the value of the positive space charges increases when the sphere diameter is decreased. This agrees with the experimental results which have shown that the space charges began to have appreciable influences only when the sphere diameter is 5 cm or less.

An attempt was done to calculate the distance of dissipation of the center of the space charges during the time of one pause of  $t_p$ . It is known that the dissipation of the space charges due ion diffusion can be disregarded (7, 8). Thus, the reason for such dissipation is the mobility of ions. Using (9), the ion mobility is 4 Cm/V. sec and the voltage gradient as previously assumed is 30 kV/cm. If an average time for one pause is 20 / Usec. Therefore, the velocity of ions is  $4.30.10^3 = 12.10^4 \text{ cm/sec}$ , and the distance of dissipation during this time is  $12.10^4.20.10^6 = 2.4 \text{ cm}$ .

c)  $t_z$  time lag :

As shown from experimental results, the start of ionization in the gap does not mean that the leader is already in the process of formation. It has been shown that the leader formation is preceded by a period of time lag  $t_z$ . The existence of this time component can be explained as follows :

Near the positive sharp electrode, positive space charge are formed as a result of the process of the ionization. If the leader is not formed before a high concentration of positive space charges is developed, the process of leader formation will be stopped. The presence of a high concentration of positive space charges near the positive electrode will cause the redistribution of the voltage across the gap and the corresponding decrease of the voltage gradient near the sharp electrode which in turns hinder the formation of the leader. A certain time to allow for the dissipation of the positive space charges in the gap must elapse before the possible formation of the leader. The voltage gradient will then rise again and another attempt of ionization will be initiated accompanied by the corona flashes which may be transferred into the leader provided that the intensity of the space charges near the sharp electrode does not become high enough to

hinder its formation. Such process might be repeated several times and the formation of the leader might be delayed. In some cases the leader could not be finally formed, as shown in Fig. (8).

To confirm this hypothesis, some calculations have been made to show the relation between the quantity of the positive space charges and different sphere diameters. The electrical gradient at any point along the axis of the "sphere-plane" gap before the start of ionization process can be determined by the following equation :

$$E = V \cdot r \left\{ \frac{1}{r_1^2} + \frac{1}{(2S_1 - r_1)^2} \right\} \dots (8)$$

Where :

$V$  = voltage applied to the gap,

$r$  = radius of the sphere,

$S_1$  = gap length +  $r$ ,

$r_1$  = distance from the center of the sphere to any point on the axis.

After the process of ionization starts in the gap the voltage gradient gets distorted. Assuming that this distortion occurs under condition of constant voltage gradient equal to 39 kV, cm through the ionization zone, the center of the space charges and the length of the ionization zone can be determined and the results are shown in Fig. (9).

If the ionization zone near the sphere is assumed to have an approximate cylindrical shape, as shown in Fig. (10), the distribution of the space charges along the axis of the gap, due to the distorted electric field, can be calculated by the following equation :

$$E_x = \frac{1}{2 \epsilon_0} \int_{-a}^b \bar{q}(x_1) \text{sgn.}(x_1 - x) dx_1$$

$$\left\{ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{x_0}{x - x_1} \right)^2}} \right\} dx_1 \dots (9)$$

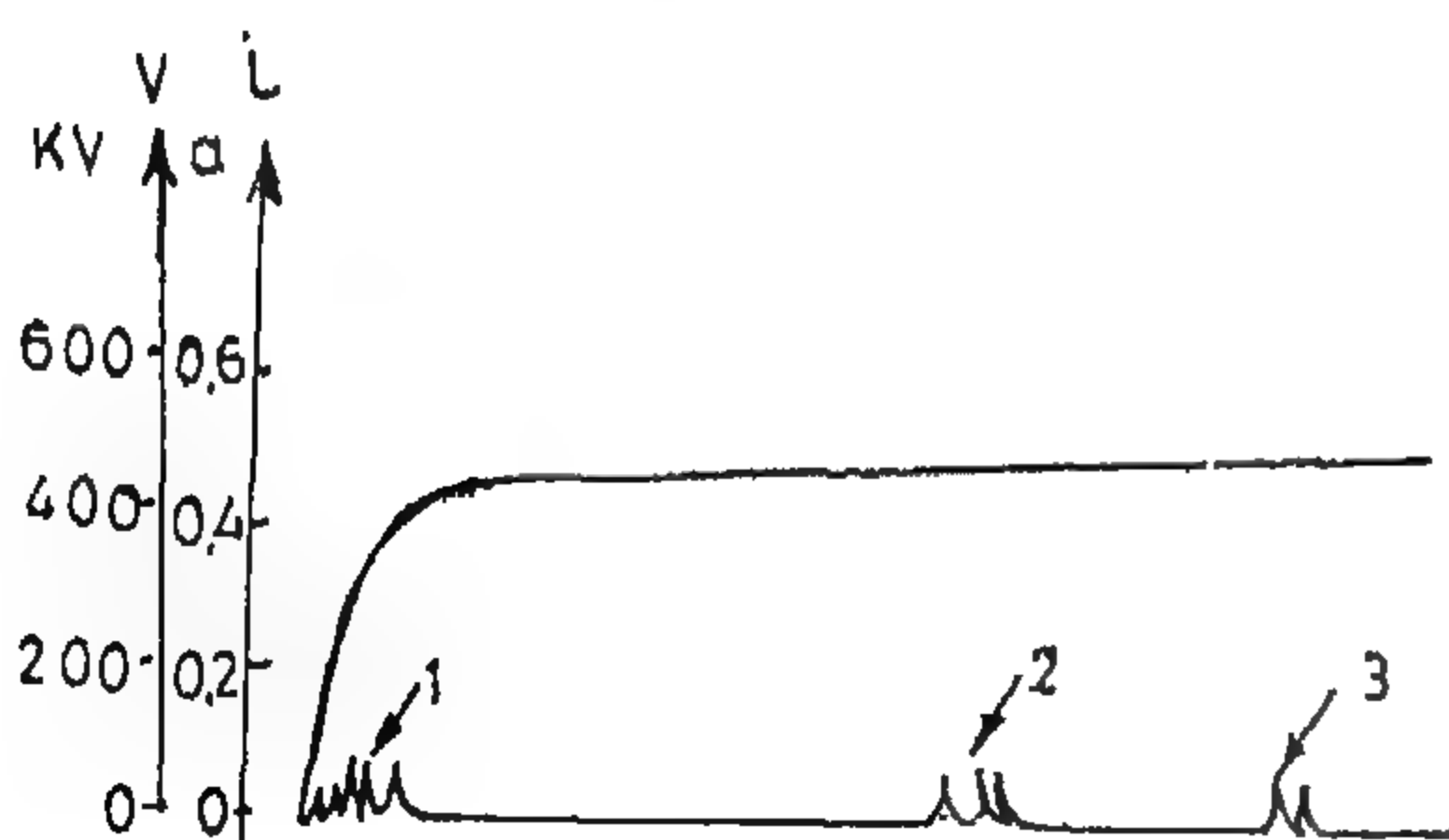


FIG 8 TYPICAL OSCILLOGRAM SHOWING THAT NONE OF THE IONIZATION FLASHES HAVE CAUSED LEADER FORMATION.

gap length = 100 cm " + point plane "

10/2000 μsec. wave form



$\alpha$  is the ionization. Coefficient.

Using Sander's experimental results (6) to obtain the relation  $\alpha = f(E)$  for air, by which the relation of  $\alpha = f(X)$  was constructed, taking the voltage gradient across the gap into consideration and thus a graphic integration for the value  $\int_0^x \alpha dx$  was produced.

The potential at the sphere electrode was varied until the condition of self-sustained ionization was fulfilled. Following this procedure, it is found that when the sphere diameter is 10 cm, self-sustained ionization occurs at the sphere surface when the applied voltage is 175 kV and that the voltage gradient at the sphere surface is 35 kV/cm. However, if the sphere diameter is 5 cm, self-sustained ionization occurs at an applied voltage of 110 kV and the voltage gradient at the sphere surface is 44 kV/cm.

In "point-plane" gap where the diameter is considered zero, the applied voltage decreases and  $t_s$  tends to zero. The results obtained by this procedure set up the limits of  $t_s$ .

#### b) Statistical time lag $t_s$

It has usually been found out that the value of  $t_s$  obtained from long gaps with a non-uniform electric field is very small and can be neglected (7). The usual explanation is that there is a high voltage gradient near the sharp electrode which has the effect of increasing the volume of the ionization zone.

The experiments described here show that  $t_s$  can attain a value of 75/Usec. in a gap "sphere-plane" when the sphere diameter is 10 cm. In (7) it was noticed that  $t_s$  is inversely proportional to the applied voltage across the gap and for this reason it is here suggested that the appearance of the first electron needed for the ionization process is not a matter of chance caused by the effect of cosmic rays, radiation, ... etc. as stated in (5).

Therefore it is suggested that the only source of the first electron for starting ionization

in the gap is the negative ions of the air.

Air contains atomic ions of oxygen  $\bar{O}$  and also also molecular ions of oxygen  $\bar{O}_2$ , and the former are found in larger quantities (8). Although the process of separation of electrons from negative ions is still not fully understood, yet it is supposed that the collision of negative ions with gas molecules liberates the electrons and that the reaction can be written as,



This hypothesis implies that, free electrons may be formed following the separation of electrons from the negative ions which have collided with atoms or molecules of oxygen. According to this new hypothesis, the time  $t$  needed for the appearance of the first electron can be calculated according to the equation,

$$t_s = \frac{1}{0.2 V N_i \frac{v_i}{A_i} \exp. \left( -\frac{U_s}{E A_i} \right) \exp. \left( -\frac{U_a}{E \lambda_e} \right)} \quad (7)$$

where :

- $V$  = volume of the active zone of ionization,
- $N_i$  = concentration of ions in  $\text{cm}^3$ ,
- $v_i$  = velocity of the negative ions,
- $\lambda_i$  = mean free path of ions,
- $E$  = voltage gradient of the electric field,
- $U_s$  = energy needed for separating one electron,
- $U_a$  = potential necessary for the ionization of the air,
- $\lambda_e$  = mean free path of electrons.

The calculation of  $t_s$  by equation (7) confirms to some extent with the experimental results of "sphere-plane" gaps. Calculation shows that the main source of separation of the first electron is the negative ions of the atmospheric oxygen  $\bar{O}$ . The potential across the gap considered for such calculation is taken as the voltage sufficient for self-sustained ionization.



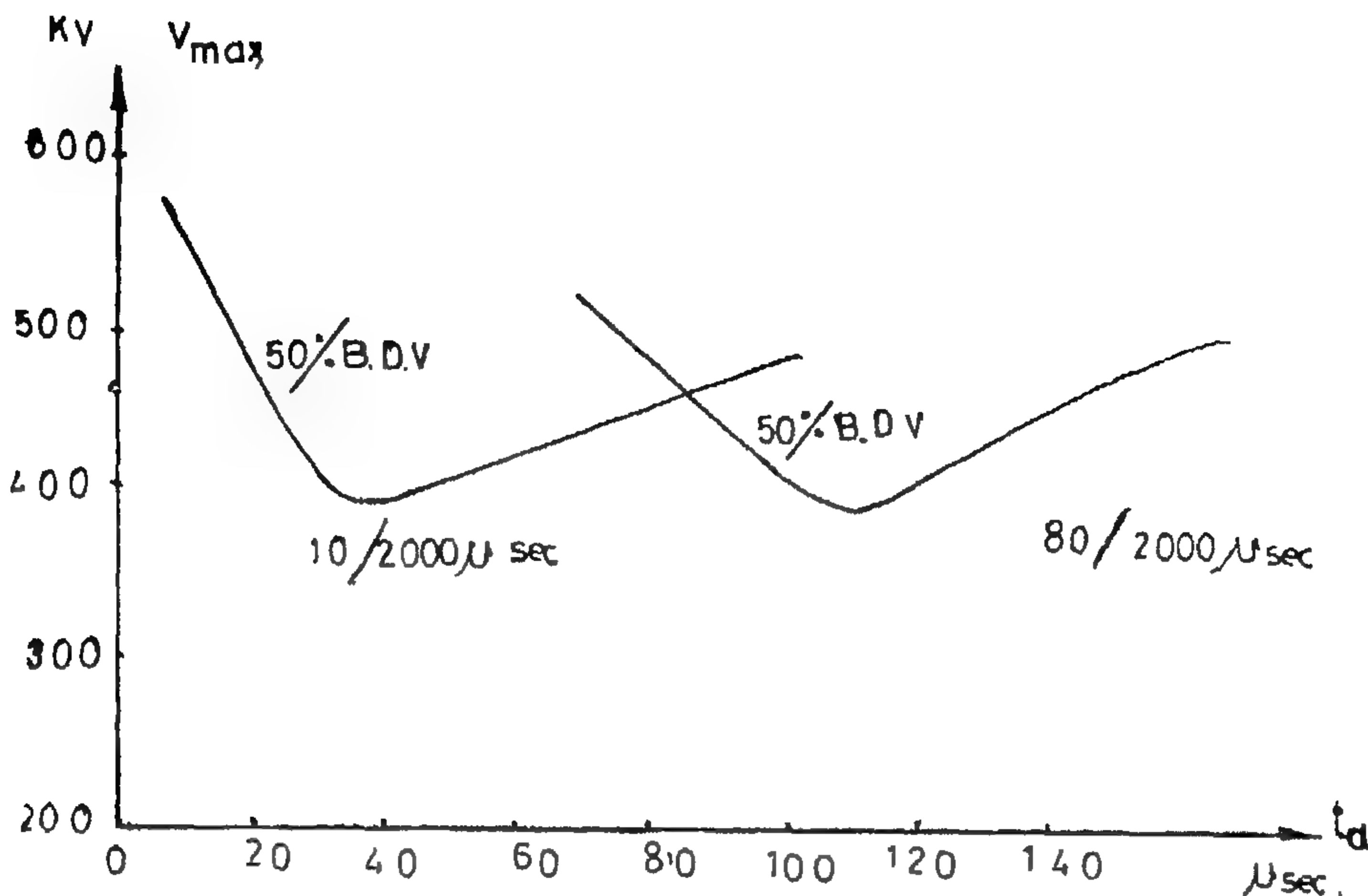


FIG. 7 BREAK-DOWN / TIME TO BREAK-DOWN CURVES (50%)

gap length = 100 cm " + POINT - PLANE

Theoretical investigations and discussions.

#### 1 — Components of the break-down time lag :

The time which elapses between the instant of application of impulse voltage to a gap and the occurrence of break-down is known as the time lag  $t_d$ . In general  $t_d$  consists of four components.

$$t_d = t_0 + t_s + t_z + t_f \quad (4)$$

These components are dependant on the degree of non-uniformity of the electric field in the gap and also on the form of the impulse wave used.

##### a) Idle time lag $t_0$ :

In most published work (4,8) the idle time lag  $t_0$  is defined as the period of time which corresponds to the duration of increase of break-down voltage applied to a gap from zero up to the value of static discharge voltage causing break-down under long time effect. This assumption is questionable because it assumes

that the gap cannot be discharged under a voltage less than the static value. However, test results in this work have shown that the break-down occurs under voltages lower than the static voltage. A 100 cm "point-plane" gap discharges under 360 kV, although the static voltage for such a gap is 500 kV. Moreover, under standard wave  $t_0$  in typical gap is negligible, and since all research into the components of time lag was carried out under standard waves, the existence of  $t_0$  has always been discarded. Under long duration waves,  $t_0$  has a considerable value, so it must be measured accurately in order to be able to assign correct limits for the remaining time lag components.

It is suggested that the limits of  $t_0$  are from zero voltage until the moment at which the voltage across the gap is sufficient for self-sustained ionization. The condition, according to (5), can be written as,

$$\int_0^x \alpha dx = 20 \quad (5)$$

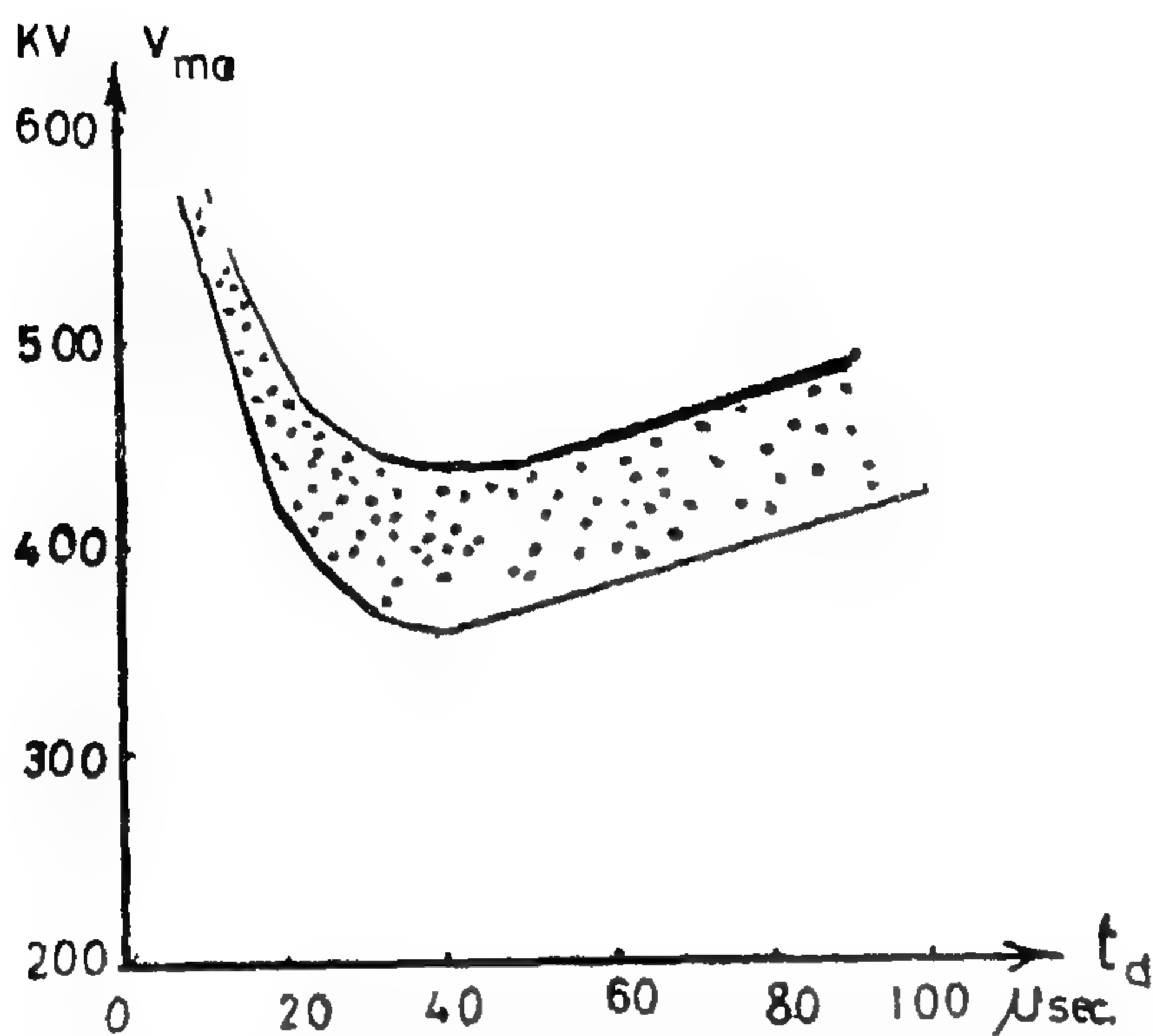
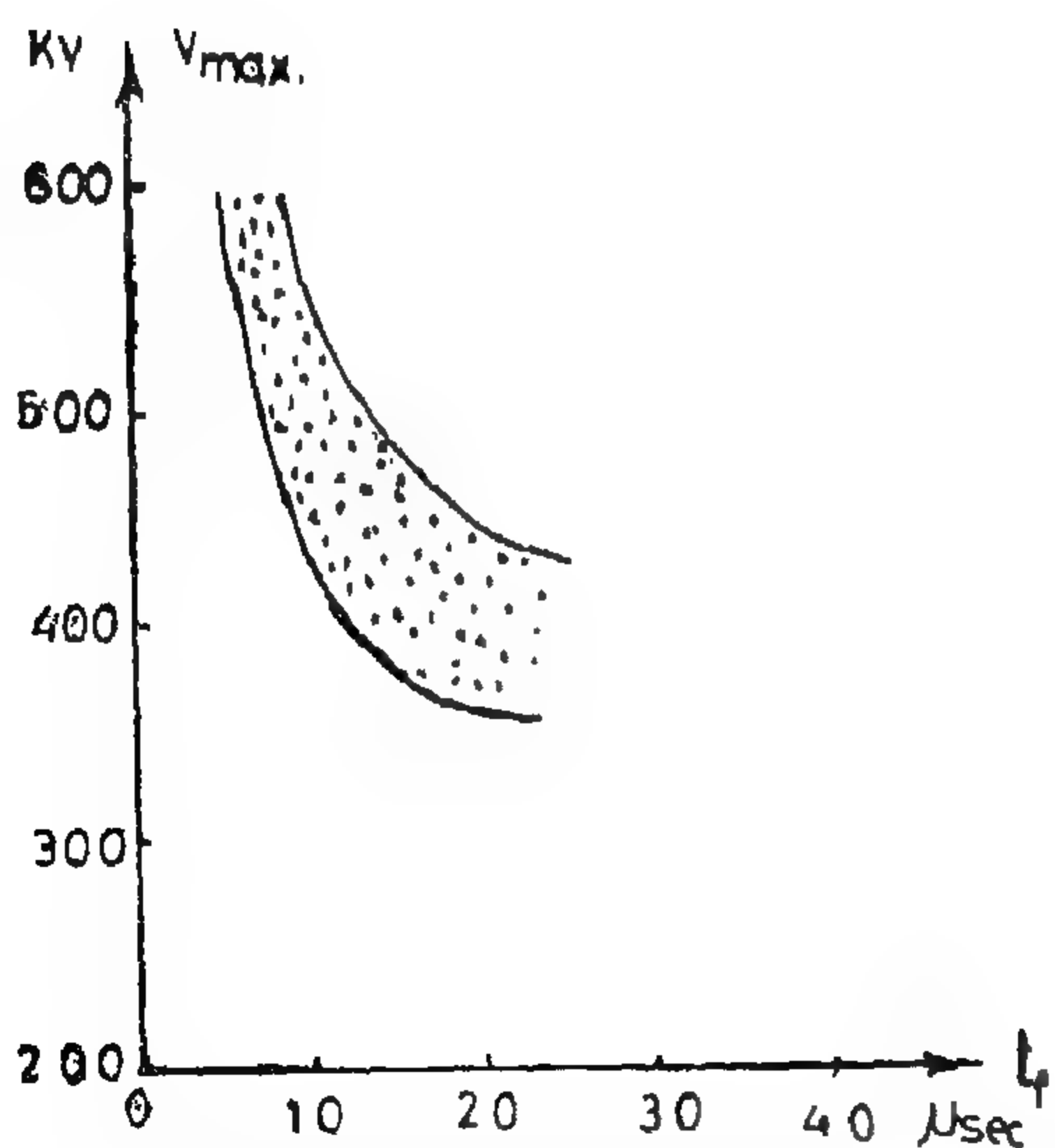


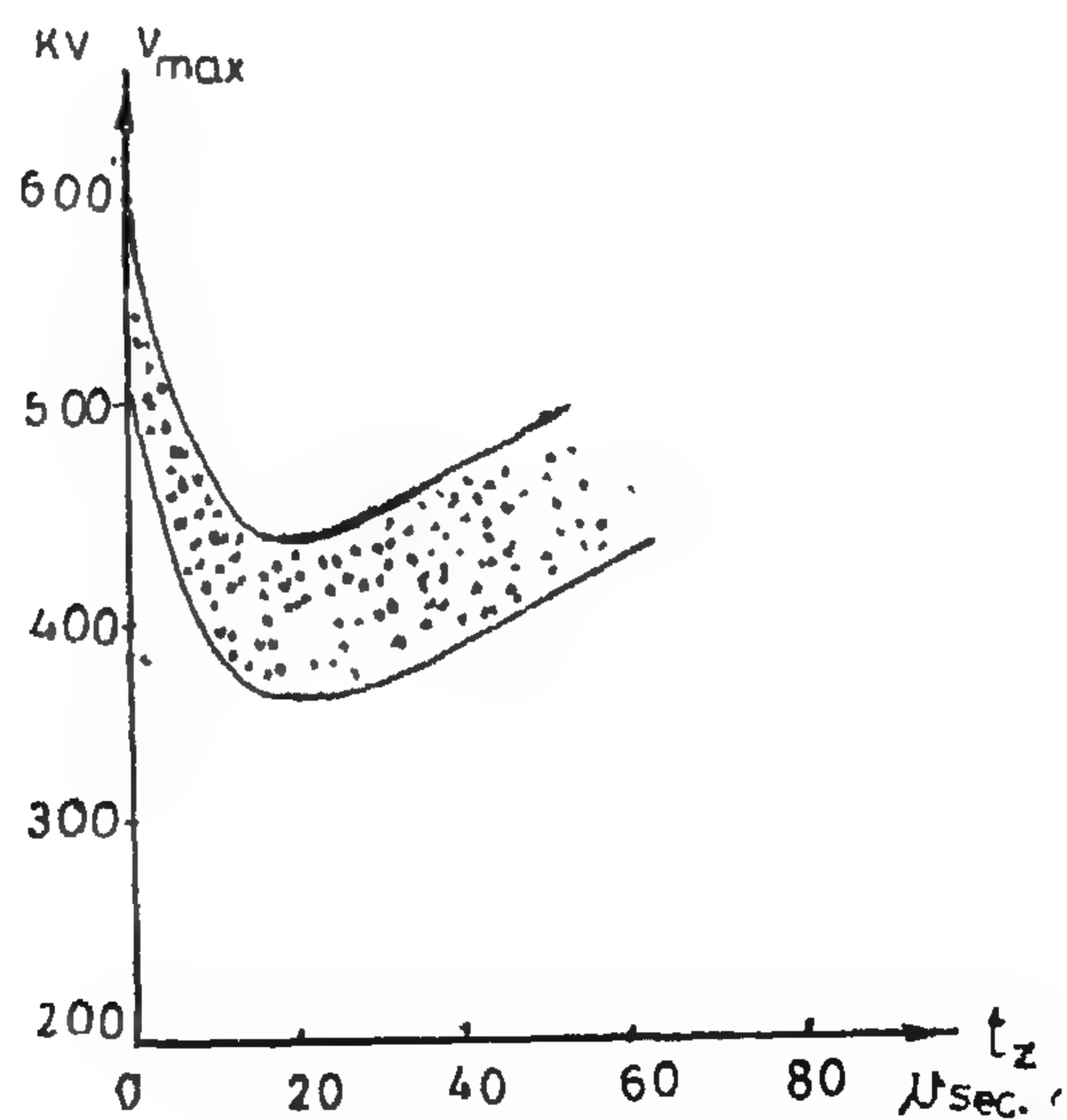
FIG 4 BREAK-DOWN VOLTAGE/TIME TO BREAK-DOWN CURVE.

gap length = 100 cm. " + point - plane "

10/2000 μsec wave form.

FIG 5  $V_{\max} = f(t_f)$  CURVE

Analysis of fig (4)

FIG.6  $V_{\max} = f(t_z)$  CURVE.

Analysis of fig(4)

part of  $t_i$  and also cannot be a part of  $t_r$  because the ionization process stops and starts again many times and may or may not be transferred to the leader. This new period of time considerably affects the whole characteristics of the discharge process, as will be seen from the next series of experiments. This new period of time is referred to as  $t_z$  (after the author's name).  $t_z$  can be thus defined as the period of time-lag between the moment of starting the ionization in the gap until the moment of the leader formation. The time lag can thus be expressed as,

$$t_d = t_i + t_z + t_r \quad (2)$$

The component values in this case are,

$$t_i = 10/\text{Usec}, t_z = 2 - 17/\text{Usec}, t_r = 15 - 41/\text{Usec}, t_d = 27 - 57/\text{Usec}.$$

It is worth noting that the use of a sharper electrode, i.e. the electric field being more non-uniform, was the reason for the appearance of  $t_z$ . The average break-down voltage is 490—560 kV and shows a decrease of about 10% from that of the previous case.

## II — "Point — Plane" gap.

In these tests, impulse waves of 10—80/2000/Usec were used. Oscillograms taken Fig. (3) show that as soon as the impulse voltage is applied across the gap ionization of intermittent nature starts immediately in spite of the sustained high voltage applied to the gap. This indicates that the time interval  $t_z$  has considerably increased accompanied by a remarkable decrease in  $t_i$  which can be neglected.

The time lag under such conditions would be,

$$t_d = t_z + t_r \quad (3)$$

The break down voltage/time to break down characteristics, indicated as  $V = f(t_d)$  for 10/2000/Usec Fig. (4) shows a minimum voltage at a time lag  $t_d$  of 35/Usec. The 50% break down voltage is 400 kV and the minimum break down voltage is 360 kV. The shape of the curve is approximately an opened—V.

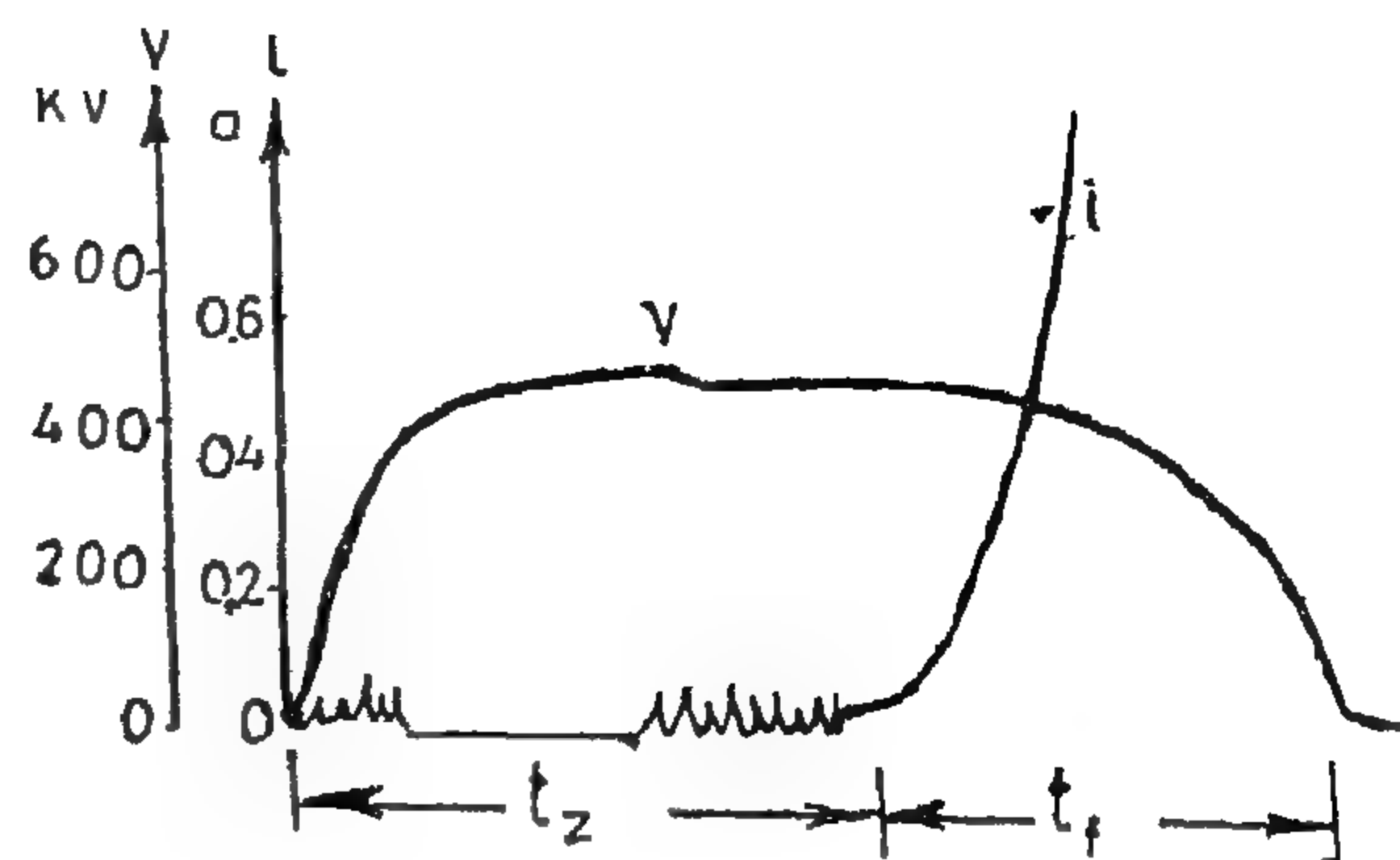


FIG.3 VOLTAGE & CURRENT CHARACTERISTIC.

gap length = 100 cm. "point — plane"

10/2000/Usec. wave form.

Analysis of the component values of the time lag of equation (3) shows that  $t_i$  uniformly increases when the break down voltage decreases Fig. (5). Thus the complicated character of  $t_i$  should be the only factor determining the V—shape of the  $V = f(t_d)$  curve of Fig. (4). Fig. (6) shows the variation of  $V = f(t_z)$  of the gap. Obviously the summation of the characteristics of Fig. (5) and Fig. (6) should give the characteristic of Fig. (4).

Similar results were obtained with similar waves with different wave fronts. The time lag  $t_z$  increases when a longer wave front is used. Under a 80/2000/Usec wave, the value of  $t_z$  is much greater than  $t_r$  and is equal to 30-125 Usec. The average and minimum values of break-down voltage are almost the same as in the previous case, with the minimum occurring with a time lag of 110/Usec. Fig (7).

When standard impulse waves were used in some experiments it was noticed that  $t_z$  was not identifiable because of the short duration of wave front. The break-down voltage needed in such case was higher than when long duration waves were used. No minimum regions were observed in these curves and the average break-down voltage was almost constant at 500 kV.



ween 1 — 150 Kohms. Change of the wave length was achieved by changing the value of the tail resistance parallel to the object under test. The length of the air gap used was 100 cm and two different electrode shapes (sphere-plane and point-plane) were used. The negative voltage polarity was given to the plane electrode and the positive to the sharp electro-

de (sphere or point). The impulse current was registered through a coaxial shunt and the measurement of the high voltage was obtained through a shunt capacitor. The voltage and the current waves were recorded by means of a double-beam high voltage oscillograph.

### EXPERIMENTAL RESULTS

Series of impulse tests on 100 cm gaps, sphere-plane and point-plane have given the following results :

1 — "Sphere — Plane" gaps using 10/2000/Usec impulse waves.

A) "Sphere — Plane" (diameter of sphere 10 cm) :

Analysis of oscillograms for the voltage and current waves Fig. (1) shows that the leader forms a comparatively long time after the impulse voltage application. The idle time lag  $t_0$ , which is defined later as the period of time from zero voltage until the moment of self-sustained ionization in the gap (equation 5) is about 2.5/Usec.

Taking the period of time up to the leader formation considered as a statistical time lag  $t_s$  and the time necessary for the leader formation usually called as the formative time as  $t_f$  during which the discharge is completed,

the total time lag  $t_i$  in this gap neglecting  $t_0$  can be expressed as,

$$t_i = t_s + t_f \quad (1)$$

These experiments have produced the following component values :

$t_0 = 35 - 107/\text{Usec}$ ,  $t_s = 10 - 75 / \text{Usec}$ ,  $t_f = 19.5 - 40/\text{Usec}$  and the average breakdown voltage = 550 — 600 KV.

B) "Sphere — Plane" (diameter of sphere 5 cm) :

In this case, oscillograms of voltages and current waves Fig. (2) indicate that  $t_0 = 1/\text{Usec}$  and that  $t_s$  is much shorter than in the previous case. It appears that the leader cannot be formed directly after  $t_0$  and that there is some ionization accompanied by flashes and pauses near the sphere surface. This introduces a new period of time lag between  $t_s$  and  $t_f$  which cannot be considered a

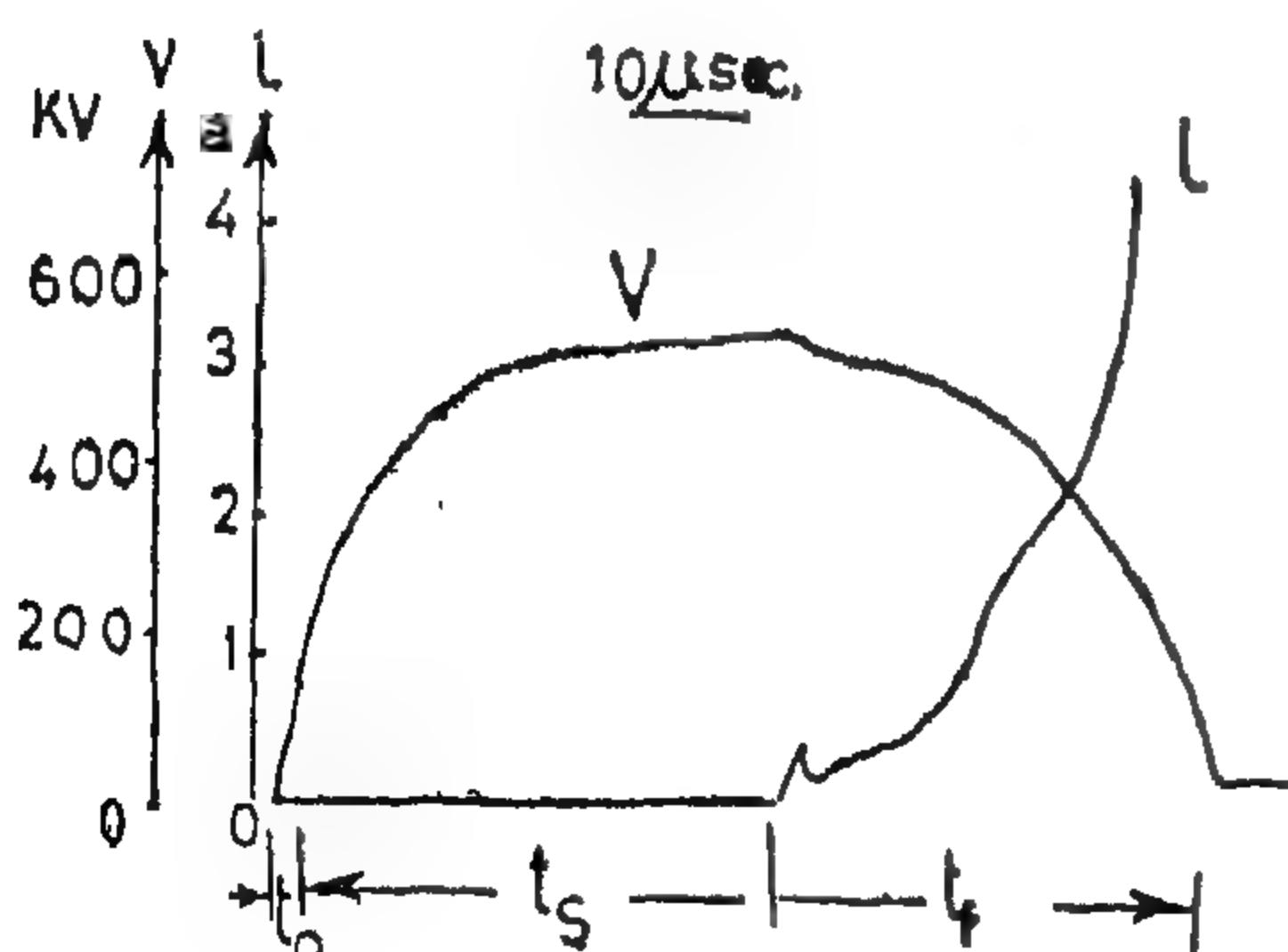


FIG.1 VOLTAGE & CURRENT CHARACTERISTIC.

gap length = 100 cm. "sphere — plane" D = 10 cm.

10/2000/Usec. wave form.

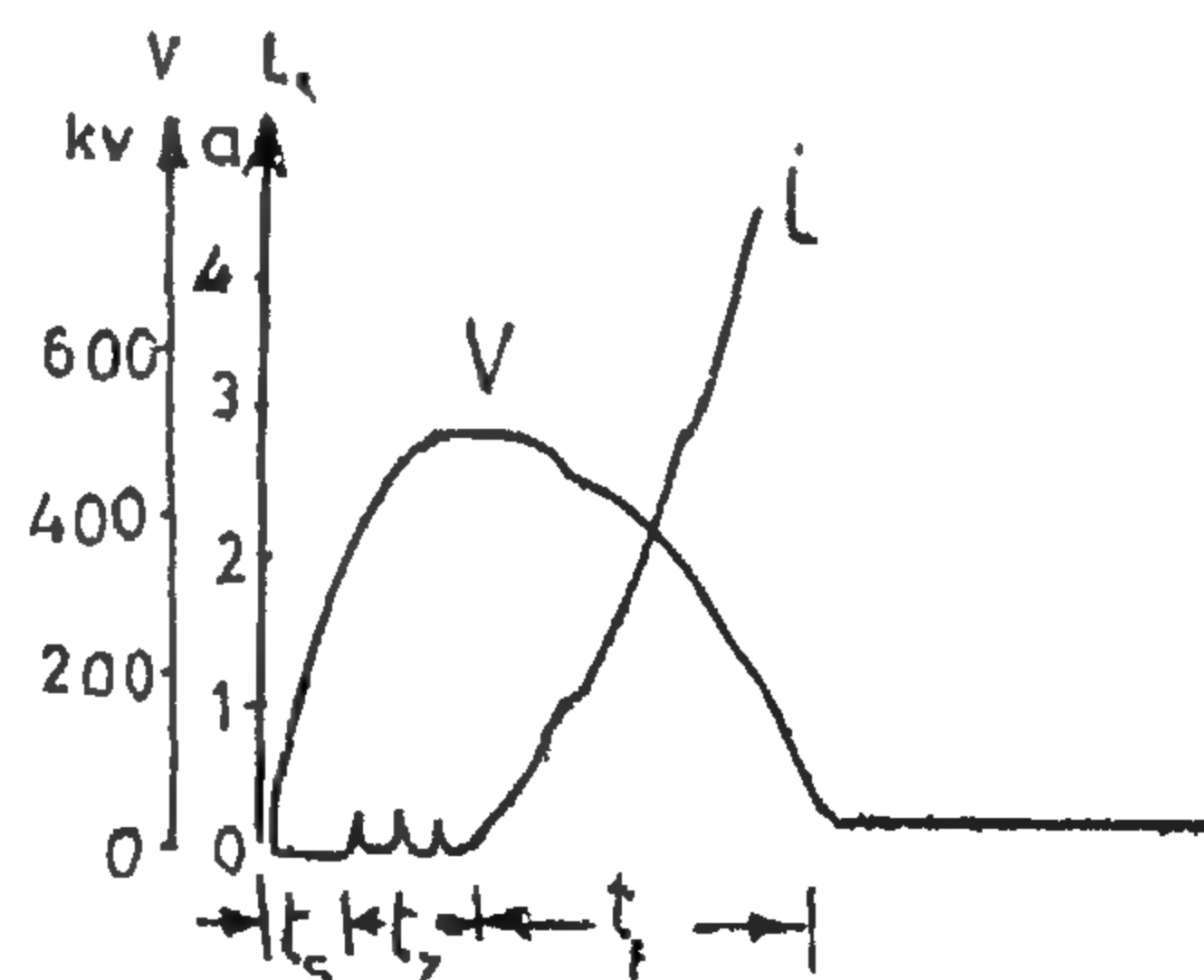


FIG.2 VOLTAGE & CURRENT CHARACTERISTIC.

gap length = 100 cm "sphere — plane" D = 5 cm.

10/2000/Usec wave form

# COORDINATION OF HIGH VOLTAGE INSULATION USING LONG DURATION IMPULSE WAVES

*By*

Dr. Eng. ASSAAD ZEITOUN  
*Cairo University. Faculty of Engineering*

## ABSTRACT

Impulse test voltages of different wave forms would affect the duration of the time lag before break-down occurs. It is the object of this paper to show how long duration impulse tests would differ in effect from those of standard wave forms. A new component of time lag affecting the process of insulation break-down is now introduced. Experimental and theoretical investigations supporting the new theory developed are presented.

## INTRODUCTION

Nowadays the coordination of high voltage insulation is determined by using test voltages representing internal voltage waves. This is necessary because of the severe transient overvoltages which appear in extra high voltages networks, up to 750 kV, now in use for electrical power transmission over long distances.

The power frequency test voltages have been commonly used to represent the internal over voltage waves. In reference (1) it is shown that it is not convenient to represent the internal overvoltages by test voltages at power frequency. It is also shown that the average break-down voltages gradient of a long air, gap point-plane using impulse waves of a 10 Usec. wave front equals 4.25 kV/cm. This result shows that the average gradient is much lower than that obtained by using the test voltages at power frequency. No explanation for this low voltage gradient was given

in (1). In (2,3) similar low voltage gradient was obtained. In (2) no viable explanation was given and the author of (3) thinks that the low voltage gradient is due to the spreading of streamers in the gap before the process of break-down.

Unfortunately research work in this field has so far been limited and most of the work published has used the standard impulse wave type or other forms of short waves to represent the external overvoltage waves (atmospheric overvoltage).

In this research impulse waves of long duration, which to some extent represent the internal overvoltage, have been used. The results obtained are quite different from those previously obtained using short wave types.

It is hoped that the results now presented in this paper would give more information on the break-down discharge process under conditions of impulse voltages of long duration.

## EXPERIMENTAL CIRCUIT

The source of impulse voltage is a 1.8 Mv impulse generator with a discharge capacitance of 0.028/Uf. The impulse voltages used are of the type 10-80/2000/Usec. and in some experiments 1/50/Usec. Appropriate

wave forms were used for making comparison between the break-down characteristics under internal and external overvoltages. The wave front was changed by using different ranges of the front series resistance varying bet-

## REFERENCES

1. A.H. Cottrell and B.A. Bilby, Proc. Phys. Soc. London 62 A, 49, 1949.
2. A.H. Cottrell N.P.L. Conference on the relation between structure and mechanical properties. January 1963.
3. D.V. Wilson and B. Russell, Acta Met. 8, 36, 1960.
4. Z.C. Szkopiak and W. Elias. J. Less Common Metals, 11, 273, 1966.
5. C.L. Formby and W.S. Owen. J. Less Common Metals, 9, 25, 1965.
6. J.W. Edington, T.C. Lindley and R.E. Smallman Acta Met. 12, 1025, 1964.
7. Z. C. Szkopiak and A. P. Miodownik, J. Nucl. Mater., 17, 20, 1965.
8. Z.C. Szkopiak Acta Met., 16, 381, 1968.
9. A.M. Omar and A.R. Entwistle, J. Material Sc. and Eng. in press.
10. A.M. Omar. J. Egyptian Soc. Engrs. 8, 41, 1969.
11. A.M. Omar Ph.D. Thesis, Sheffield, 1964.
12. R. Armstrong, I. Codd, R.M. Donthwaite and N.J. Petch, Phil. Mag, 7, 45, 1962.
13. D. Hull, I. D. Mcivor and W. S. Owen, N.P.L. Conference Loc. cit.
14. C.L. Formby and W.S. Owen, Acta Met., 14, 1841, 1966.
15. E.T. Wessel, L.L. France and R.T. Begley, Columbian Metallurgy, 1960.
16. A. L. Mincher and W. F. Sheely, Trans AIME, 211, 19, 1961.
17. B.F. Dyson, R.B. Jones and W.J. Meg. Tegart, J.I.M. 87, 340, 1959.
18. J. H. Bechtold, E. T. Wessel and L. L. France, Symposium on Refractory metals and alloys, Interscience 1961.
19. A. V. Seybolt Trans AIME, 200, 745, 1952.
20. R.P. Ellicot Trans A.S.M., 52, 990, 1960.
21. D.F. Stien and J.R. Low J. Appl. Phys., 30, 514, 1959.
22. A.M. Omar J. Egyptian Soc. Engrs., 7, 87, 1968.
23. H. Conrad, S. Feurstein and L. Rice, Mater. Sci. Eng., 2, 157, 1967.
24. R.W. Powers and M.V. Doyle, J. Appl. Phys., 30, 514, 1959.
25. J. W. Edington, T.C. Lindley and R. E. Smallman Acta Met., 12, 1025, 1964.



ned and new ones were created. Naturally such a treatment will result in a higher dislocation density than a single straining and ageing treatment. It also explains the effect of pre-strain on the increase in flow stress observed in this work and in others<sup>(3,8)</sup>.

The mechanism we have just given also fits the slight increase in the slope of the Petch plot we have obtained in the present work (Fig. 2). According to Conrads equation<sup>(23)</sup> the dislocation density will increase on straining more for fine grains than for coarse grains. The increase in dislocation density is proportional to the reciprocal of grain diameter. Since  $\Delta \sigma_f$  is related to the dislocation density then it should also be proportional to the reciprocal of the grain diameter and even more proportional to the inverse square root of the grain diameter when scatter due to experimental error is reduced more. The increase in the slope of  $\sigma_f$  against the inverse square root of the grain diameter in Fig. 2 fits very well with the model we have proposed. In this case  $K_y$  after ageing is related to work hard-

ening or to the increased density of dislocations.

There is enough evidence in literature to support the idea that dislocations could be pinned and fresh ones created after restraining. The work of Edington et al<sup>(2)</sup> on strain ageing vanadium gives a strong experimental evidence to the creation of dislocations and the increase in flow stress due to pinned dislocations and not to precipitation as suggested in steels. They found out  $\Delta \sigma_f$  increased steadily with ageing time, but at no stage of ageing was it possible for them to observe with the electron microscope any precipitates on dislocations. Electron microscopy revealed to them that restraining after approximately 10 hours causes the operation of new sources at, or near to grain boundaries and gives rise to new dislocations in narrow bands of high dislocation density similar to those found just behind the Lüders band in the annealed state. Edington et al also attributed the increase in flow stress to the friction stress exerted by the pinned dislocations on the newly created dislocations.

### CONCLUSION

The results in the present work suggest the following :

- 1 — More than three atoms per dislocation line are necessary to lock it.
- 2 — Oxygen due to its high diffusion rate reaches the dislocations first and lock them strongly.

- 3 — The yield point return after strain ageing is through creation of dislocations and their rapid multiplication and not through unpinning.
- 4 — The increase in flow stress after strain ageing is due to the increased density of dislocations through pinning and creation.

### ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to thank Professor A.G. Quarrell for the provision of research

facilities and Professor B.B. Argent for helpful discussion.

did not strain age after 5% strain though it contained 59 ppm interstitials then either Bilby underestimated the amount of interstitials necessary for locking a dislocation line and more than that is required or nitrogen and carbon did not contribute to strain ageing even after 48 hours of ageing and temperatures up to 280°C. From the work of Powers and Doyle<sup>(24)</sup> on the diffusion of oxygen, nitrogen and carbon in niobium it is unlikely that nitrogen or carbon after 48 hours at 280°C did not diffuse to the dislocations and lock them. Moreover studies on the effect of temperature on the strength of niobium<sup>(15-18)</sup> have revealed strain ageing peaks corresponding to nitrogen and carbon as well as oxygen. It is therefore very probable in view of these experimental evidence that more than one interstitial per dislocation line is required. If after 5% strain 59 ppm were not sufficient to lock  $3.26 \times 10^9$  lines/cm<sup>2</sup> then more than  $59 \times 1.6 \times 10^8$

$\frac{59 \times 1.6 \times 10^8}{3.26 \times 10^9}$  or more than 3 interstitial

atoms per dislocation line should be present for locking all the dislocations. This calculation does not give the exact amount necessary but only sets a minimum below which naturally no strain ageing will occur.

Rapid strain ageing after 5% strain and at 135°C will naturally be due in the present work to oxygen for according to the data of Power's oxygen at 135°C has a diffusion rate 4 times that of nitrogen and six times that of carbon and naturally on strain ageing the fastest interstitial will reach first the dislocation site and remain there. The misfit parameter of the three interstitial is very close to make exchange between them of any value in reducing the internal energy of the system. Therefore nitrogen will only lock those sites left by the oxygen atoms if it was not present in sufficient amount to lock all the dislocations. Carbon will only lock those dislocations left over after all the oxygen and nitrogen atoms have been consumed in locking the available dislocations. In the niobium used in the present work there was 120 ppm oxygen which is

enough to saturate all the dislocations after 5% strain, according to our previous calculation, before any nitrogen or carbon have a chance to do so. Since  $\Delta \sigma_f$  is associated with strain ageing and strain ageing is due to dislocation locking then  $\Delta \sigma_f$  is associated with the segregation of oxygen on dislocations. Some authors<sup>3)</sup> suggested that in steel the increase in  $\Delta \sigma_f$  observed on strain ageing is due to segregation of carbon atoms on dislocations and their precipitation on them is due to the local increase of carbon content above the solubility limit of carbon in iron at the temperature of ageing. While this may be true for steels, it is very unlikely that oxygen does so in niobium. At 135°C oxygen has a solubility<sup>(19-20)</sup> much higher than the 120 ppm present in it. Further in steels when precipitation was thought to occur a decrease in the U.E. and an increase in U.T.S. and the coefficient of work hardening simultaneously occurred. In the present work no changes as such were observed (Fig. 5) which is a further evidence that no precipitation occurred.

The increase in  $\Delta \sigma_f$  with strain and time can be explained better in terms of strong<sup>2)</sup> locking and the creation of fresh dislocation on restraining. When niobium is strained and aged oxygen rapidly diffuses to the dislocations and strongly lock them and on restraining fresh dislocation are created. These newly created dislocation will move at a higher stress because of the increased density of dislocations and the increased friction stress exerted by the pinned dislocations. In other words the increase in flow stress is because of the increased density of dislocations after pinning and creation, i.e. an increase that would have not occurred if the material was not strain aged and the dislocations locked. A look at Fig. 4 suggests that this is so and the increased level of stress after strain ageing could have also been achieved through strain hardening to an amount equivalent to  $\Delta \sigma_f$ . The mechanism just given agrees well with the results obtained in the repeated ageing experiments. When straining and ageing several times each time dislocations were pin-



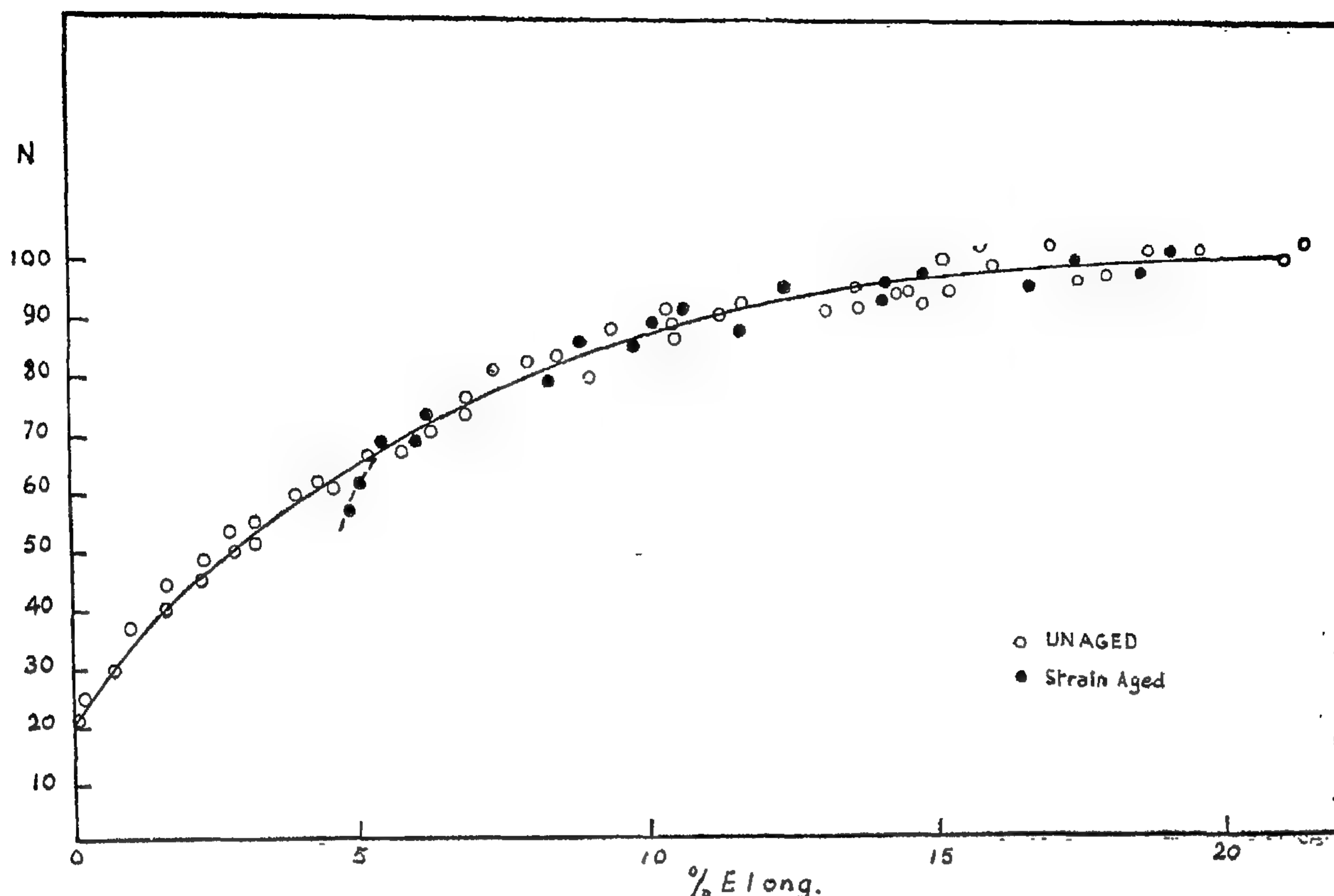


Fig. 6. — Effect of ageing on dislocation velocity exponent  $n$ .

on straining in the annealed condition but did not show a yield point return on strain ageing after 5% elongation. The yield point was not restored in these specimens even after ageing for 48 hours at 280°C when any interstitial present should have had a chance to diffuse. These results suggested that there was enough interstitials to lock all the dislocations in the annealed condition but there was not enough interstitials to lock the increased number of dislocation after straining. The density of dislocations in the annealed state and in the strained state can be readily calculated and therefore this material offers experimental results from which one can calculate the minimum number of interstitials necessary for locking a dislocation line.

The density of dislocations in niobium of grain size  $d$  and after a plastic strain  $\epsilon$  is given by<sup>(23)</sup>.

$$\rho = \rho_0 + \frac{B}{d} \epsilon$$

$\rho_0 = 4 \times 10^8$  lines/cm<sup>2</sup> and is the density of dislocations in the annealed state and  $B$  is an experimental factor =  $4.7 \times 10^8$  cm<sup>-1</sup>.

In the annealed state the density of dislocations in niobium, having a grain size .0082 cm, will be  $1 \times 10^8$  lines/cm<sup>2</sup> and after 5 % will increase to  $3.26 \times 10^9$  lines/cm<sup>2</sup>. Also in one cm<sup>2</sup> of the 110 planes in niobium (lattice parameter 3.3007 Å) one ppm interstitial offers, neglecting the small variation in atomic weight between the three interstitial,  $1.6 \times 10^8$  atoms/cm<sup>2</sup>. Therefore according to Bilby's assumption only 2.5 ppm are necessary for locking all the dislocations in the annealed state and 20 ppm are required to lock the dislocations after 5% strain. Since this material



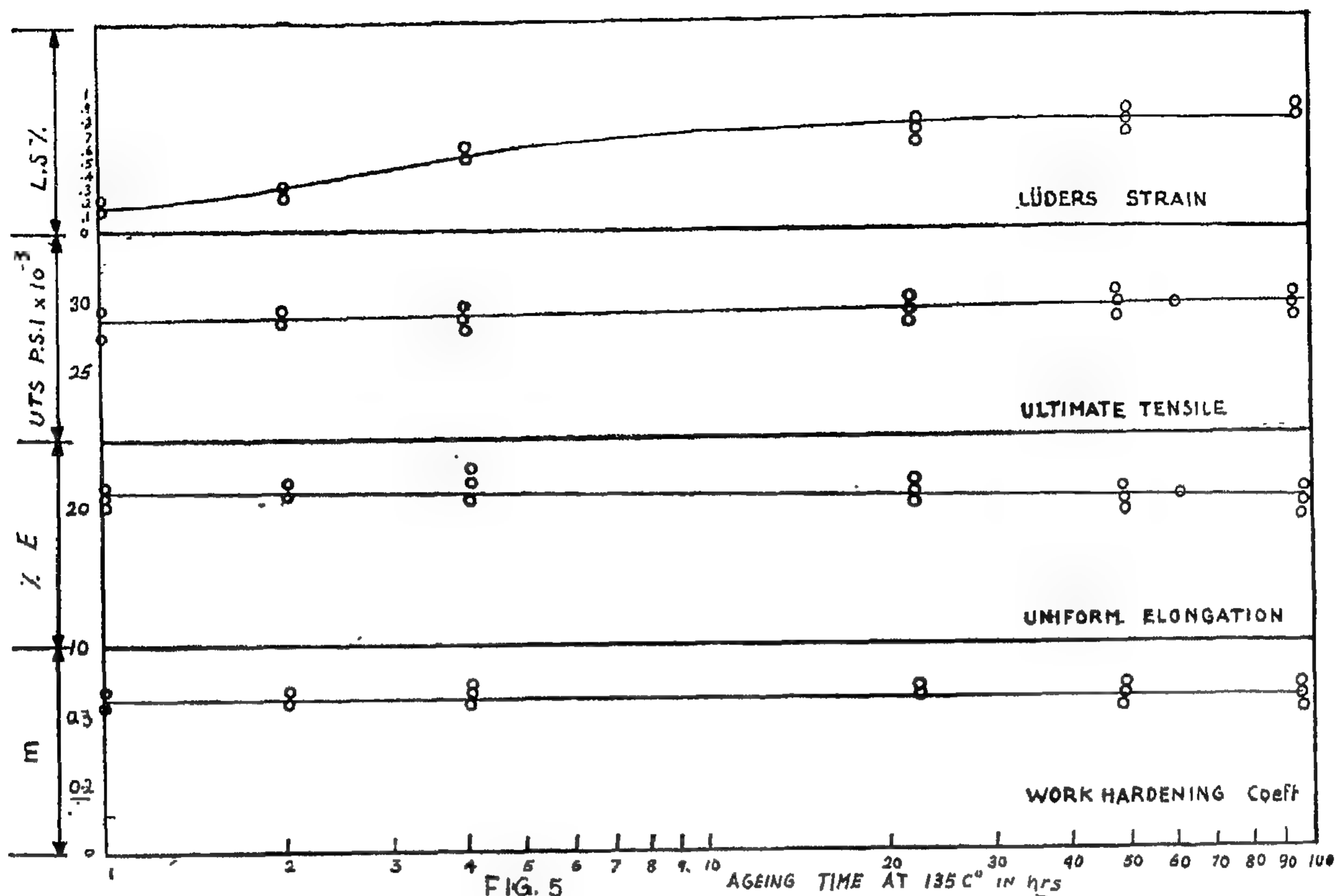


Fig. 5. — Effect of ageing time at 135 C° on Lüders strain, U.T.S., U.E. and m.

responsible for strain ageing has a high solubility in niobium at room temperature, and unless the work<sup>(8,19-20)</sup> on its solubility in niobium is in serious error, precipitation is very unlikely to occur with the level of impurities of the niobium used in this work, and hence no change in these parameters.

#### 6 — Effect of strain ageing on the dislocation velocity exponent :

A relationship between the dislocation velocity exponent in the Stein and Low equation<sup>(21)</sup>.

$$V = \left( \frac{\sigma}{\sigma_0} \right)^n$$

and the flow stress at any strain, and the coefficient of work hardening was previously established.<sup>(22)</sup> Fig. 6 shows results obtained from cycling tests carried out on strain aged specimens and on unaged specimens. No change occurred in  $n$  except during the Lüders

propagation. This is normal, for during the Lüders propagation deformation is confined to narrow bands and the exact strain rate from which  $n$  is calculated cannot be determined unless the width of band is known. The fact that  $n$  was the same for the indicated stress after strain ageing is an evidence that no variation in the coefficient of work hardening occurred<sup>(22)</sup> and also that no precipitation has occurred on dislocations.

#### Discussion :

Before we discuss the present results we shall attempt to calculate the number of interstitial atoms necessary to diffuse to a dislocation line for strong locking. Cottrell and Bilby<sup>(1)</sup> assumed that one atom was sufficient to lock a dislocation line. It seems that they have underestimated the amount of interstitials causing locking. Previously<sup>(9,10)</sup> we have found that a very pure zone refined niobium which contained 7 ppm oxygen, 17 ppm nitrogen and 35 ppm carbon showed a yield point

ature and decreased with increase of temperature from room temperature, but  $\Delta \sigma_t$  changed slightly with temperature. No difference was observed in  $\Delta \sigma_t$  when testing at 135°C. A slight increase of 500 p.s.i. was observed in  $\Delta \sigma_t$  at -78°C. Testing in liquid nitrogen resulted in immediate fracture of the specimens and therefore no results were obtained concerning  $\Delta \sigma_t$ .

#### 4 — Effect of Ageing on the coefficient of work hardening :

Various authors reported variation in the work hardening coefficient of steel<sup>(3)</sup> on strain ageing and attributed this increase to carbon precipitation on dislocations. In the present work no variation was observed in it after age-

ing. As seen in fig. 4 a plot of log stress against log natural strain up to 5% strain before ageing, or for another specimen with a coarser grain size, has the same slope as that after ageing. Strain ageing of niobium did not alter the coefficient of work hardening but only increased the level of flow stress.

#### 5 — Effect of ageing on the U.T.S. and U.E.:

Wilson et al<sup>(3)</sup> reported a steady increase in U.T.S. and a decrease in U.E. after strain ageing steel for 1000 minutes. They also explained this in terms of precipitation on dislocations. The present results show that both parameters did not change on strain ageing. This was also observed by Szcopiak for most of his results<sup>(8)</sup>. This is not unexpected for in niobium oxygen which has been found<sup>(10,15-18)</sup>

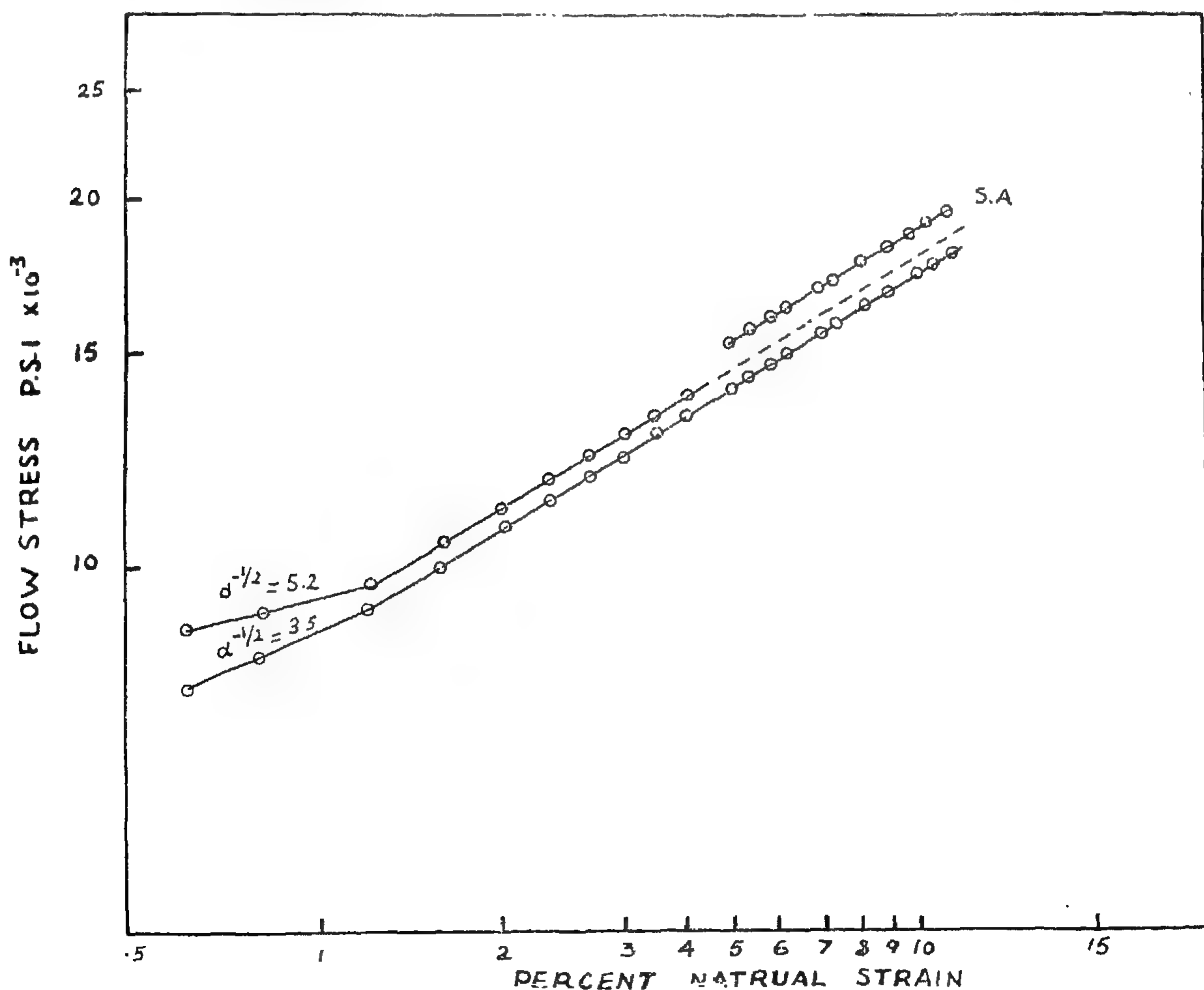


Fig. 4. — Effect of Ageing on the coefficient of work hardening for aged and non aged specimens

have an effect on the locking strength or  $K_y$ . Assuming that one can compare the extrapolated  $K_y$  with those obtained from a Petch plot, the niobium used in this work should have a  $K_y$  less than that reported by Szcopiak, actually it has a value higher than the niobium with the highest oxygen content used in his work.

## 2 — Effect of prestrain on $\Delta \sigma_f$ :

The effect of prestrain prior to ageing on  $\Delta \sigma_f$  is shown in fig. 3. In the series denoted A, the specimen was strained 0.8 % at 135 °C in elongation, unloaded and aged for 24 hours and retested. The cycle was repeated after 24 hours ageing and the increments of strain shown. The series denoted B in the same figure show a series of tests on a specimen in which the ageing period was 48 hours between each increment of straining. It appears from figure 3 that  $\Delta \sigma_f$  beside depending on time and prestrain also depends on whether the straining and ageing treatments were continuous or divided into two increments. From Fig. 3 in series A after a period of 48 hours (24 + 24) and for a strain 1.4 (0.8 + 1.6) the increase in flow stress equals

1490 p.s.i. (590 + 900) while for series B the strain was 2.7 % (i.e. higher) and after 48 hours the increase in flow stress was only 1095 p.s.i. If we take the sum of strains and ageing times and the resulting  $\Delta \sigma_f$  we find, for series A after a strain of 4.9% and 96 hrs. ageing  $\Delta \sigma_f = 4070$  p.s.i. and for series B after 5.1 % strain and 96 hrs.  $\Delta \sigma_f = 2795$  p.s.i. When we compare these results with those obtained on the same niobium in a previous work<sup>(9-10)</sup> after straining and ageing for 96 hrs. at 5.1% elongation in one single treatment we find that both results are higher by more than 3000 or 1500 p.s.i. ( $\Delta \sigma_f$  was 900 p.s.i.)<sup>(9-10)</sup>. The series of experiments thus described shows clearly that  $\Delta \sigma_f$  beside depending on previous strain also increases if the increment of strain prior to ageing was divided. We shall attempt to explain this phenomenon in our discussion.

## 3 — Effect of temperature on $\Delta \sigma_f$ :

A few specimens after ageing at 135 °C were tested at the same temperature of ageing while others were tested at -78 °C and liquid nitrogen temperature. The yield stress as expected increased with decrease in temper-

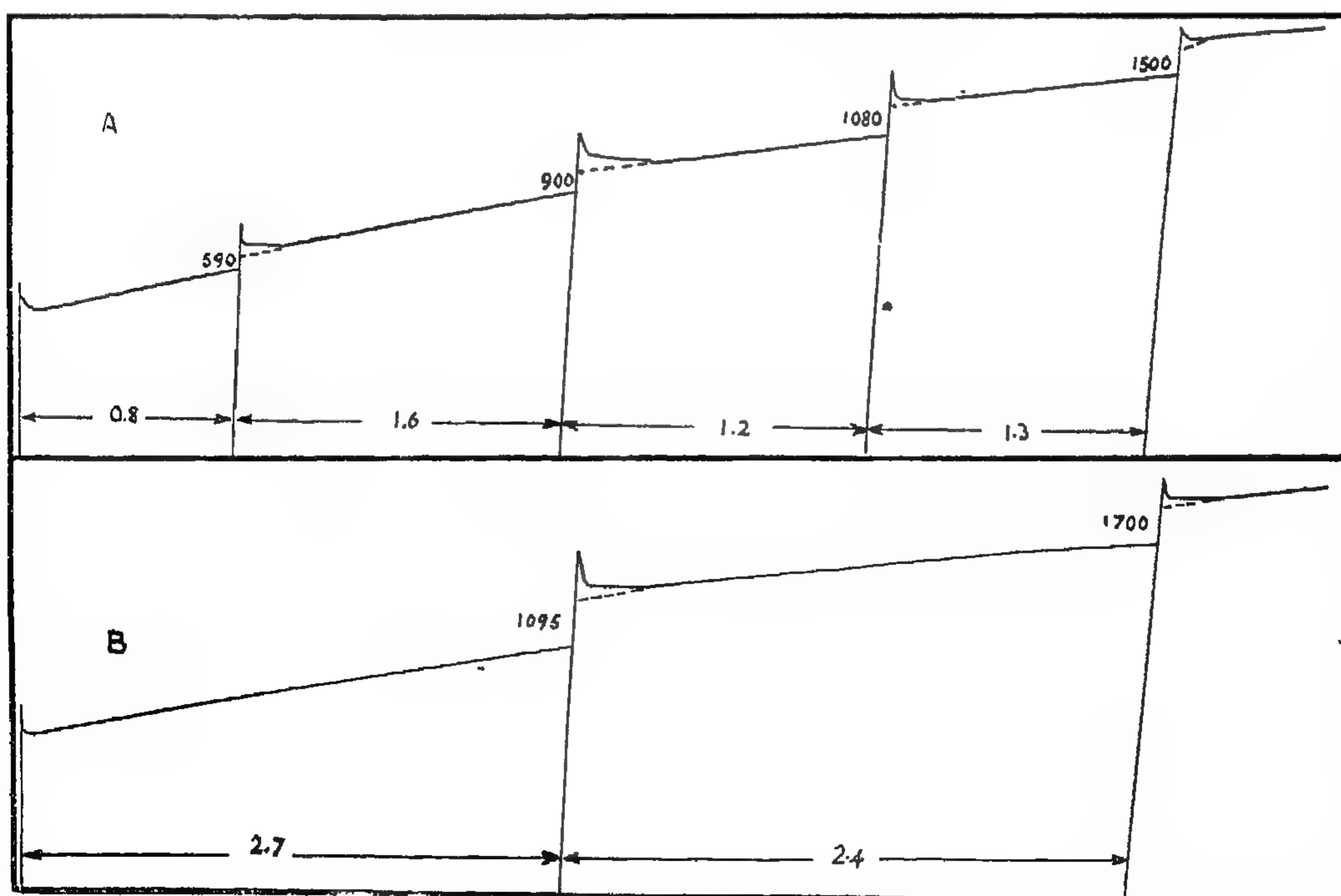


Fig. 3. — The effect of prestraining on  $\Delta \sigma_f$

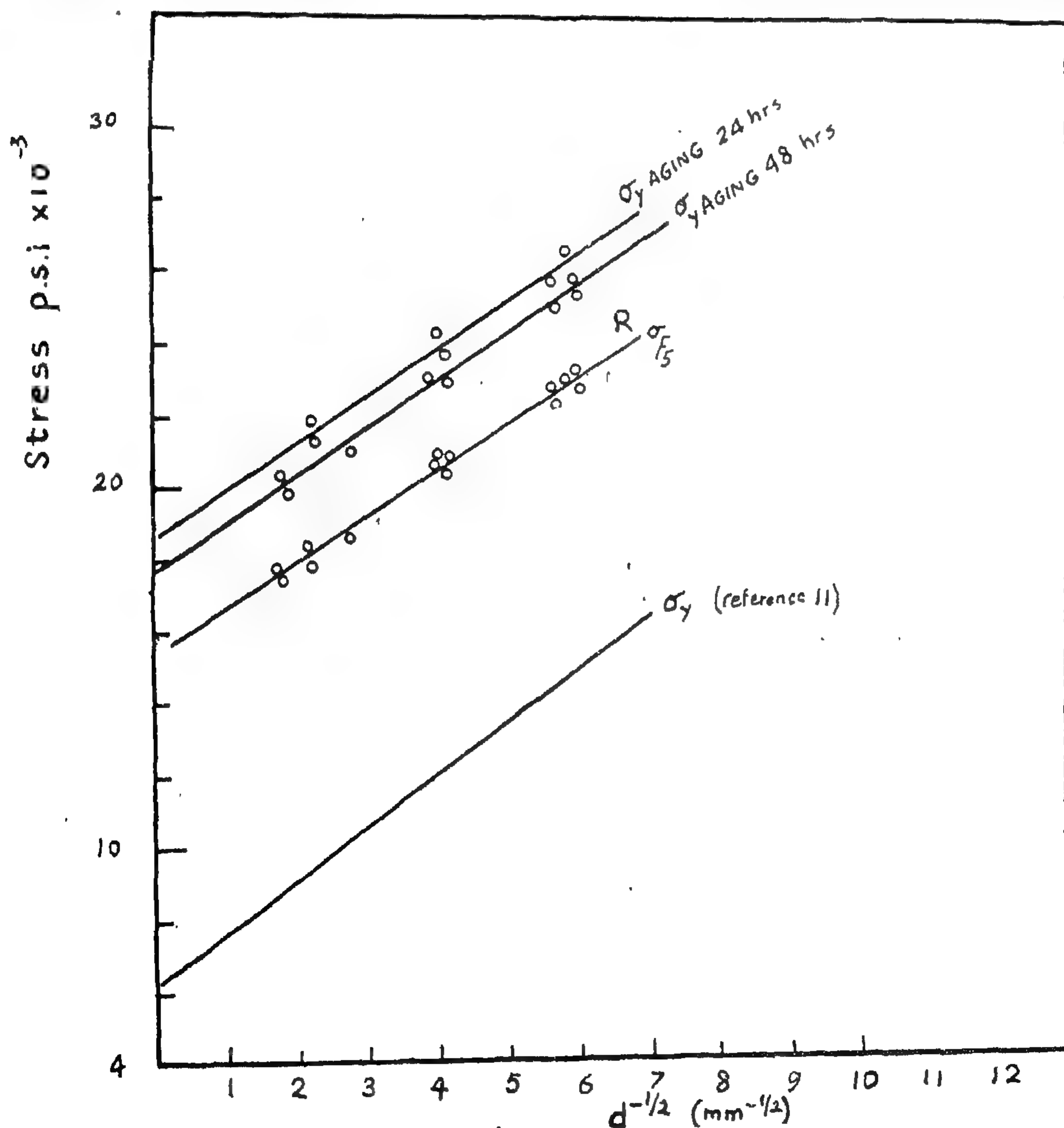


Table 2 — Effect of Ageing on  $K_y$ 

Condition of testing	Petch Plot		Extrapolation	
	$K_y$ kg. mm. <sup>-3/2</sup>	$\sigma^1$ kg. mm. <sup>-2</sup>	kg. mm. <sup>-3/2</sup> $K_y$	kg. mm. <sup>-2</sup> $\sigma^0$
As annealed	$1.02 \pm 0.08$	$4.24 \pm 0.33$	0.095	4.6
After 5% strain	$0.88 \pm 0.08$	$10.9 \pm 0.3$	—	—
» » » ageing for 24 hrs.	$0.9 \pm 0.08$	$13.3 \pm 0.3$	0.178	12.1
» » » » 48 hrs.	$0.89 \pm 0.08$	$12.5 \pm 0.3$	0.176	11.7

mm<sup>-3/2</sup> in the annealed state and decreased to 0.129 kg. mm<sup>-3/2</sup> after ageing. For his niobium which contained 200 ppm oxygen the extrapolated  $K_y$  was 0.58 kg. mm<sup>-3/2</sup> in the annealed condition and decreased to .077 kg.

mm<sup>-3/2</sup> after straining and ageing. Although the present results show the same decrease in  $K_y$  after ageing it does not seem from a comparison between his results and the present work that an increase in oxygen content could

Fig. 2. — Effect of ageing on  $K_y$ .

The same precautions<sup>(9-10)</sup> to protect niobium from contamination with oxygen during the annealing treatments were also adopted here. Tensile tests were carried out on specimens 4" x .05" diameter wire and on a hard tensile machine based on the design of Adams<sup>(10)</sup>, using a constant cross head speed corresponding to a strain rate  $3.2 \times 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$ . The specimens were gripped in pin chucks, to leave a free gauge length of 3". Stress cycling tests were carried out on the same machine which was fitted with two motors and a double gear box with a magnetic clutch that allowed changing to different cross head speeds in less

than 1/100 sec. Load was determined from a chart recording to  $\pm 0.5\%$  and the elongation from the same recording to  $\pm 3 \times 10^{-5}$  inches. Prior to the strain ageing treatments specimens were strained 5% in elongation at room temperature, unloaded save for a small load to retain alignment, and then aged while in the machine in a silicone oil bath at 135°C for 24 hours or 48 hours. After ageing the specimens were tested at room temperature till fracture. Few specimens were tested after ageing at 135°C and liquid nitrogen temperature.

### Experimental results

#### 1. Effect of ageing time on $K_y$ and the friction stress:

The prestraining and ageing and retesting sequence is shown in Figure (1).

The lower yield stress is plotted against the inverse square root of grain size ( $D^{-1/2}$ ) in mms in figure 2, for the specimens in the annealed condition and after ageing for 24 and 48 hours. The flow stress after 5% strain is also included in the plot. The plot of the lower

yield stress in the annealed condition is from results in this work and from a previous study on the effect of grain size on deformation of niobium<sup>(9-10)</sup>. Among the large number of specimens tested before 14 of them that had the least scatter were chosen for the ageing study after 5% strain.

The results show that after ageing for 24 hours  $K_y$  had slightly increased from that of  $K_f^{(12)}$  but is still lower than  $K_y$  for the annealed state ( $K_y = 1.02 \text{ kgs. mm}^{-3/2}$ )<sup>(9-10)</sup>. After 48 hours ageing  $K_y$  had a value similar to that after 24 hours ageing. The notable change in the Petch parameters was in the friction stress.

It increased after strain ageing for 24 hours by 3400 p.s.i. from that of  $\sigma_{t0}$  after 5% and by 2300 p.s.i. after ageing for 48 hours. The decrease in the friction stress after 48 hours is in agreement with our previous study on the effect of ageing time on  $\sigma_f$ <sup>(9-10)</sup>. Table 2 compiles values of  $K_y$  and  $\sigma_f$  obtained from the Petch plot. In figure 2, values for the same parameters obtained by the extrapolation technique<sup>(12)</sup> are also included for comparison and discussion of their validity.

Szociak<sup>(3)</sup> reported an increase in the extrapolated values of  $K_y$  with ageing time and with oxygen content of niobium. For niobium containing 700 ppm oxygen  $K_y$  0.905 kg.

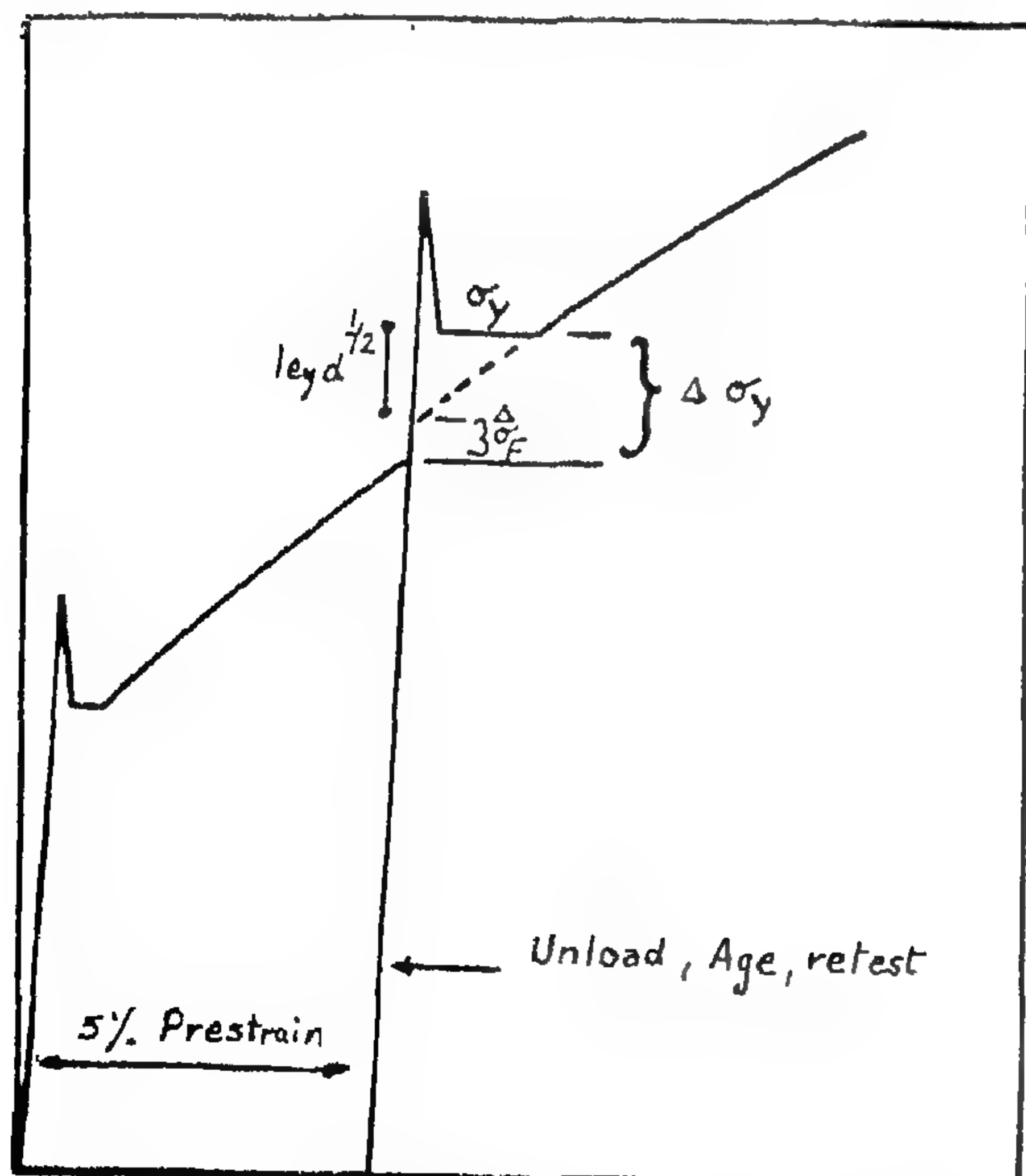


Fig. 1. — Prestraining and ageing sequence.

# STRAIN AGEING OF ZONE REFINED NIOBIUM

By

Dr. A.M. OMAR  
Associate Professor,  
Department of Chemical Engineering,  
Cairo University.

## SUMMARY

The effect of strain ageing on grain size dependence of zone refined niobium was studied. The locking parameter  $K_y$  decreased by strain ageing but was unaffected by ageing time. The amount of interstitial atoms necessary to lock dislocations was calculated from results. Results indicate that yield point return on restraining is through creation of fresh dislocations rather than unlocking the aged ones.

## Introduction

A specimen which is unloaded in an overstrained condition contains free dislocations and on immediate reloading, shows no yield point, but if it is retested after resting for sufficient time and not too low a temperature, the yield point returns. This is called strain ageing and is caused by the migration of solute atoms to dislocations and locking them.

When a stress is applied to a dislocation line surrounded by an atmosphere of solute atoms, the dislocations tend to move leaving the atmosphere behind. The attractive force between the dislocations and the solute atoms tend to pull back the dislocations to the atmosphere. Depending on the magnitude of the local value of the stress and the attractive

force of the interstitial a dislocation may be torn away from the atmosphere and become mobile or remains stationary<sup>(1)</sup>. If the dislocations are strongly held by the atmosphere, yielding can occur by the creation of fresh dislocations<sup>(2)</sup>.

Numerous authors<sup>(3-8)</sup> have studied the strain ageing of iron, tantalum, vanadium and niobium. Most of them attribute the strain ageing phenomenon to the locking and unlocking of dislocations. This study is also concerned with strain ageing effects in zone refined niobium in an attempt to find out if the sharp yield point return is caused by the unlocking of dislocations from solute atmosphere or by the creation of fresh dislocations.

## Experimental Procedure

The material used in this work was zone refined niobium described elsewhere<sup>(9-10)</sup>. An-

alysis relating to the amount of interstitials are given in table 1.

Table 1 Gas Analysis given in p.p.m.

Grain Size $d^{-1/2}$ mms	Oxygen	Nitrogen	Carbon	Hydrogen
6.2	120	13	25	6
4.3	121	14	26	6
2.1	122	13	26	7
1.98	120	14	25	6



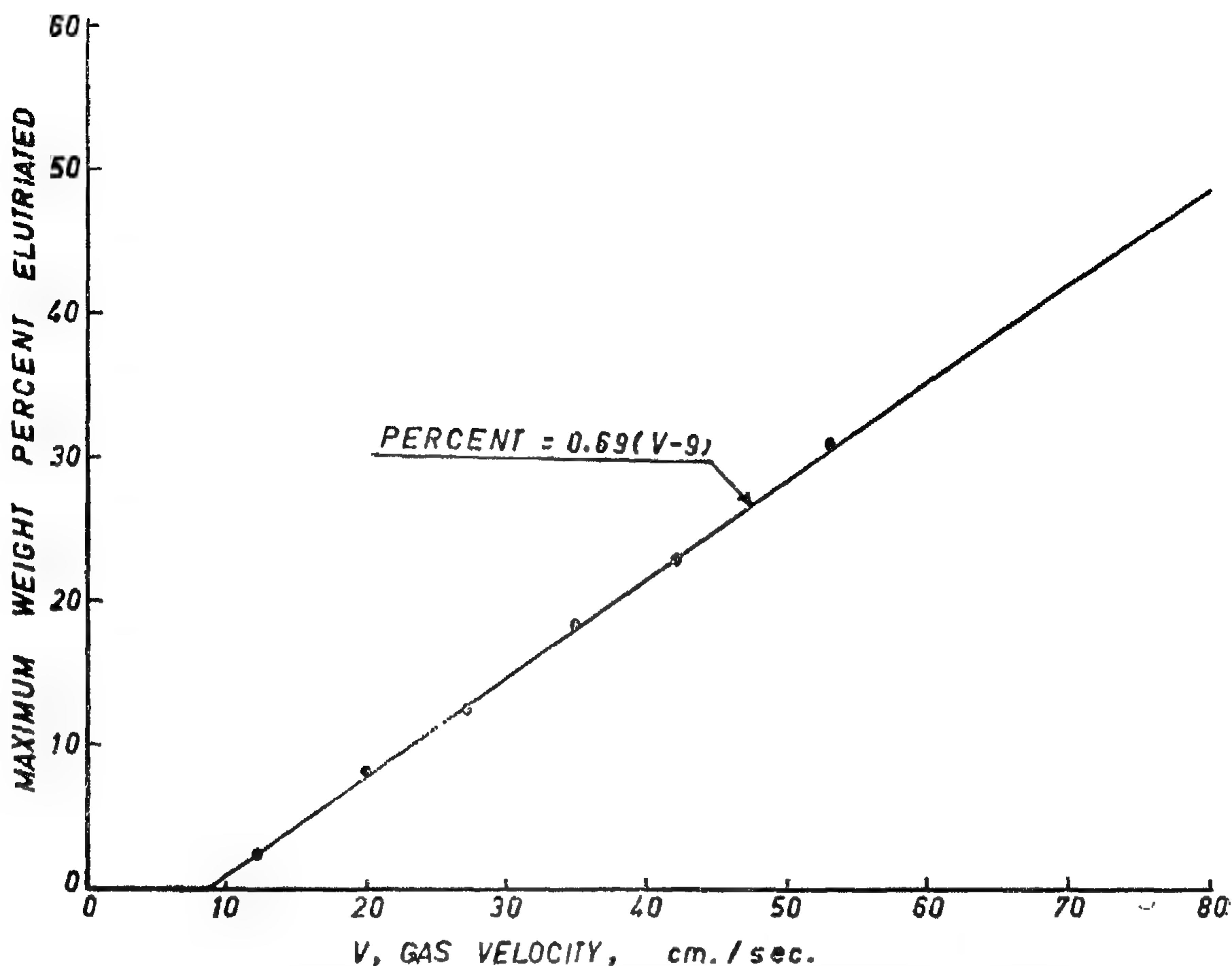


FIG. 7. CORRELATION OF MAXIMUM WEIGHT PERCENT ELUTRIATED WITH GAS VELOCITY.

#### REFERENCES

1. Blake, F. C., Trans. A.I. Ch. E. 14, 415 (1922).
2. Carman, P.C., J. Soc. Chem. Ind. 57, 225 (1938).
3. Kozeny, J., Sitz. Akad. Wiss. in Wien 136a, 217 (1927).
4. Leva, M., et al, Bull. 504, U.S. Bur. Mines, Washington (1951).
5. Leva, M., et al, Genie Chimique 75, No. 2, 33 (195).
6. Leva, M., "Fluidisation", McGraw-Hill, New York (1959).
7. Frantz, J. F., Chem. Eng., Sept. 17, 161 (1962).
8. Leva, M., Chem. Eng. Prog., 47, 39 (1951).
9. Van Heerden, C. et al, Ind. Eng. Chem., 45, 1237 (1953).
10. Vreedenberg, H.A., J. Appl. Chem, 2, 256 (1952).
11. Wen, C. Y., and Hashinger, R. F., A.I.Ch.E.J., 6, 220 (1960).

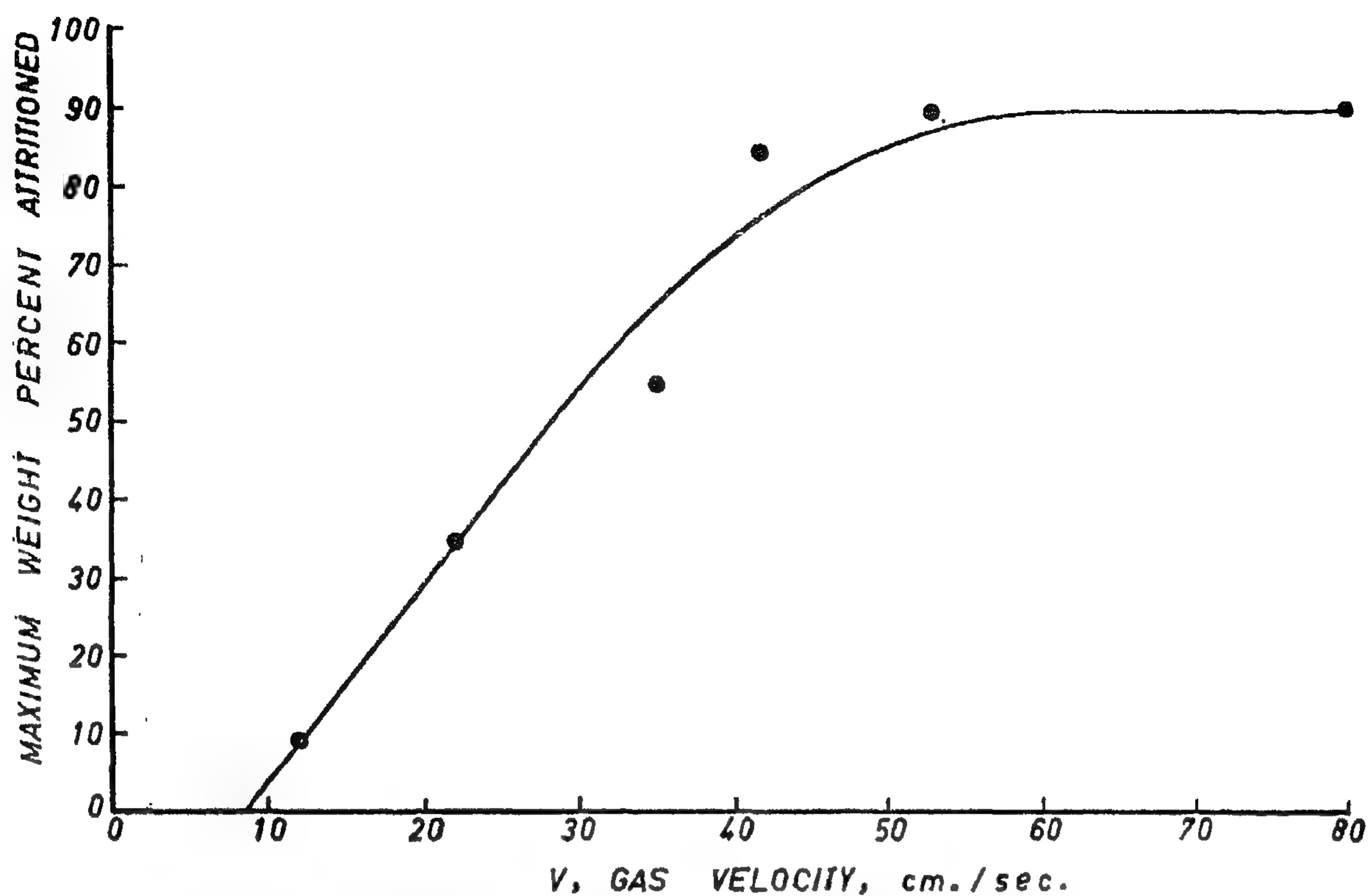


FIG. 6. VARIATION OF THE MAXIMUM WEIGHT PERCENT ATTRITIONED WITH GAS VELOCITY.

### SUMMARY AND CONCLUSIONS

1. The effects of gas velocity, particle size, and bed height on the fluidisation, attrition, and elutriation of closely-sized iron pyrite samples were investigated.

2. Experimental results were utilized in the estimation of the minimum fluidisation velocities, rates and percentages of attrition and elutriation.

3. Minimum fluidisation velocities were found to be strongly dependent upon the par-

tle size of the employed ore, and could be successfully correlated.

4. Attrition and elutriation processes were found to be intimately related, and primarily dependent upon the fluidising gas velocity.

5. The maximum percent elutriation was successfully correlated in a linear manner with gas velocity.

### NOMENCLATURE

$K_1$  and  $K_2$  are empirical constants  
 $D_p$  particle size.  
 $V$  superficial gas velocity  
 $V_{mf}$  minimum fluidisation velocity

$d_s$  and  $d_g$  are particle and gas densities  
 $M_f$  Mass of fines  
 $\mu$  gas viscosity.

The high initial attrition rates seem to be mainly attributable to the rounding of the sharp corners and protruding edges of fresh irregularly-shaped particles which are easily amenable to flaking and breakage as a result of interparticle friction, in addition to particles fracture along the stress planes. The levelling of the attrition rates at longer holding times, eventually reaching an asymptotic value, may be partly attributable to the initial rounding effect which makes the particles less susceptible to flaking.

A closer examination of Figs. 4 and 5 reveals an outstanding finding; namely that both attrition and elutriation are independent of the particle size, but mainly a function of the gas flow rate. Both of the rates and percentages attritioned and elutriated increase with increasing gas velocity.

The maximum percentage attritioned and elutriated (as estimated from the asymptotic values) are plotted against the operating superficial gas velocity in Figs. 6 and 7. As can be seen from Fig. 6, the maximum percent

attritioned increases linearly in the lower velocity range and reaches a high asymptotic value at high velocities. On the other hand, the variation of the percentage elutriation with gas velocity as shown in Fig. 7, is linear in nature throughout the experimentally investigated range. There is however no contradiction since the process of elutriation is only associated with very fine particles resulting by the process of attrition.

It may be further noted that in both cases the curves intercept the abscissa at a fixed gas velocity higher than zero. Apparently, this velocity corresponds to the terminal velocity of the smallest particles in the bed, and at the same time the lowest velocity at which attrition starts in appearance. The linear correlation of the maximum percentage elutriation with gas velocity is obtained as :

$$\text{Maximum percent elutriation} = 0.69(V - 9) \quad \dots\dots\dots (6)$$

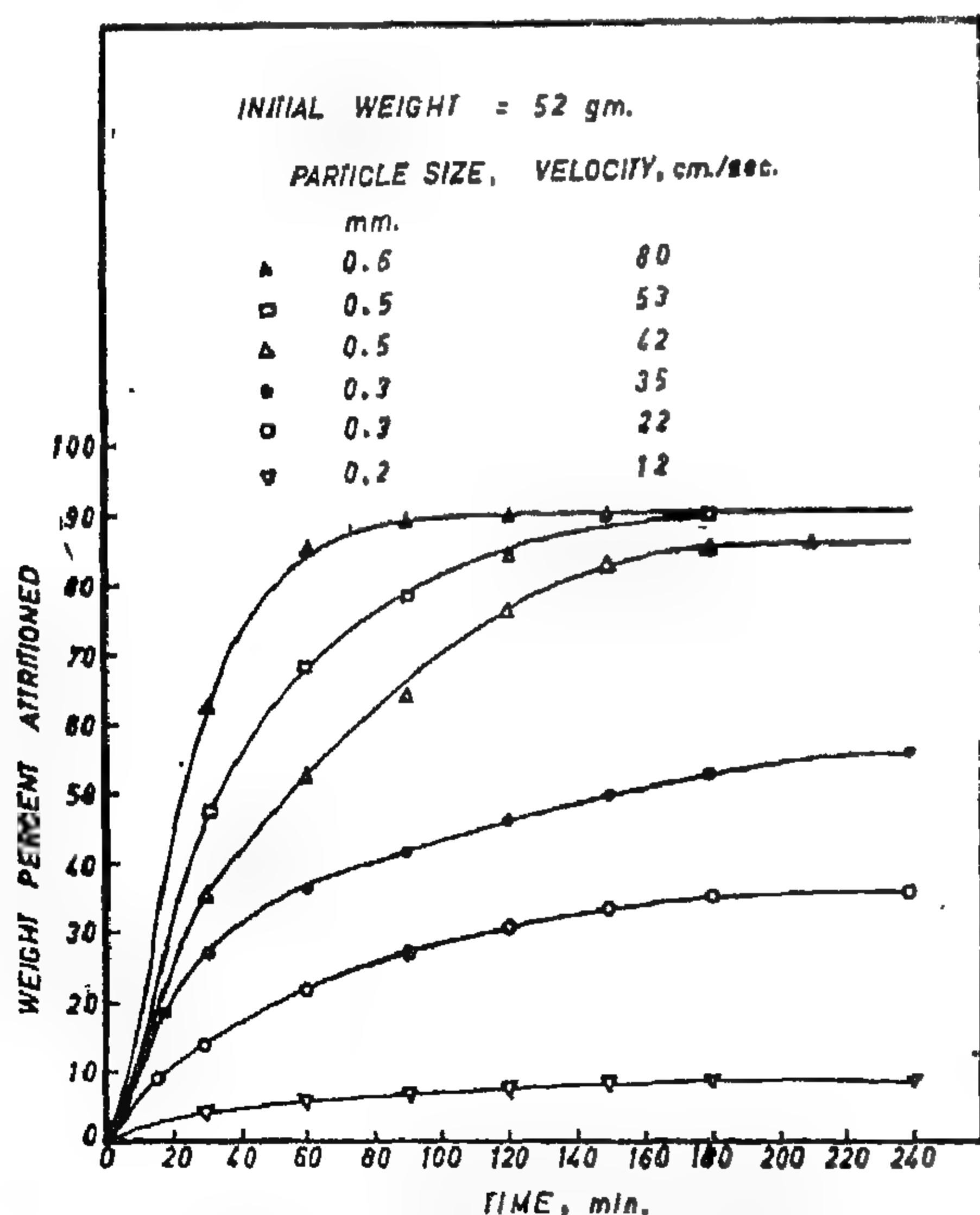


FIG. 4. ATTRITION CURVES AT DIFFERENT PARTICLE SIZE - GAS VELOCITY COMBINATIONS.

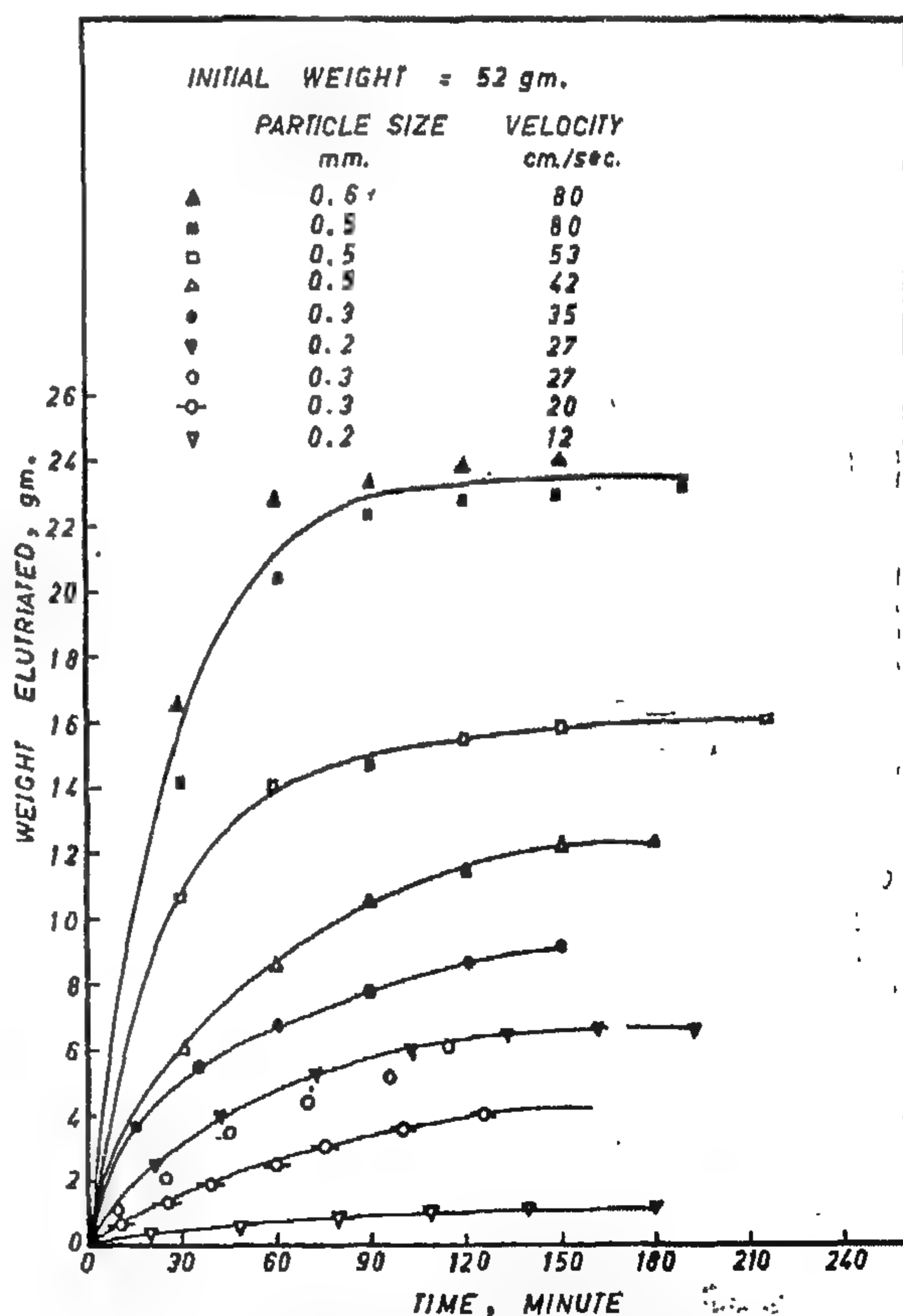


FIG. 5. ELUTRIATION CURVES AT DIFFERENT PARTICLE SIZE - GAS VELOCITY COMBINATIONS.



The flow rate of air from laboratory lines is regulated and measured by a system of valves followed by a glass capillary flowmeter connected to a U-tube manometer. Air is then passed to the fluidisation tube. The outlet of the gas stream passes through a cyclone for fine-dust separation, and is finally vented to the atmosphere. The pressure drop across the column is measured by means of a U-tube manometer.

## RESULTS AND CORRELATION

**Minimum Fluidisation Velocities :** Samples of typical fluidisation curves depicting the effects of gas velocity and bed height for a given closely-sized fraction are shown in Fig. 2. The log-log presentation shown is utilized in determining the minimum fluidisation velocity which is located at the intersection of the two straight lines corresponding to fixed and fluid bed conditions. As can be seen from Fig. 2, the bed height has a marked effect on the pressure drop, but has virtually no significant influence on the value of the minimum fluidisation velocity.

Particle size has a strong effect on the incipient fluidisation velocity as shown in Fig. 3. In this figure the logarithm of the minimum fluidizing velocity is plotted against the logarithm of the arithmetic mean particle size for the various closely-sized fractions employed. The best straight line drawn according to Leva's correlation resulted in a reasonably good correlation which is presented by :

$$V_{mf} = 88 D_p^{1.82} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Including further the effect of the gas viscosity as given by Leva's correlation, the following final correlation was obtained :

$$V_{mf} = 2.6 D_p^{1.82} / \mu^{0.88} \quad \dots\dots\dots (5)$$

where  $D_p$  is in mms.,  $\mu$  in centipoise, and  $V_{mf}$  in cm./sec.

### Experimental Procedures :

**Minimum Fluidisation Study :** In a typical test run, a weighed amount of the desired fraction of the ore corresponding to a certain bed height to diameter ratio was charged and the system assembled. The gas flow rate was gradually increased in a step-wise manner starting from fixed-bed conditions and reaching vigorous fluidisation states. After each step increase, the operating gas velocity and the pressure drop across the bed were recorded.

**Attrition and Elutriation Results :** Attrition and elutriation curves for various particle-size-gas velocity combinations are shown in Figs. 4 and 5. The similarity in shape of both sets indicates a close relationship between both processes. Apparently elutriation is a direct consequence of the process of attrition.

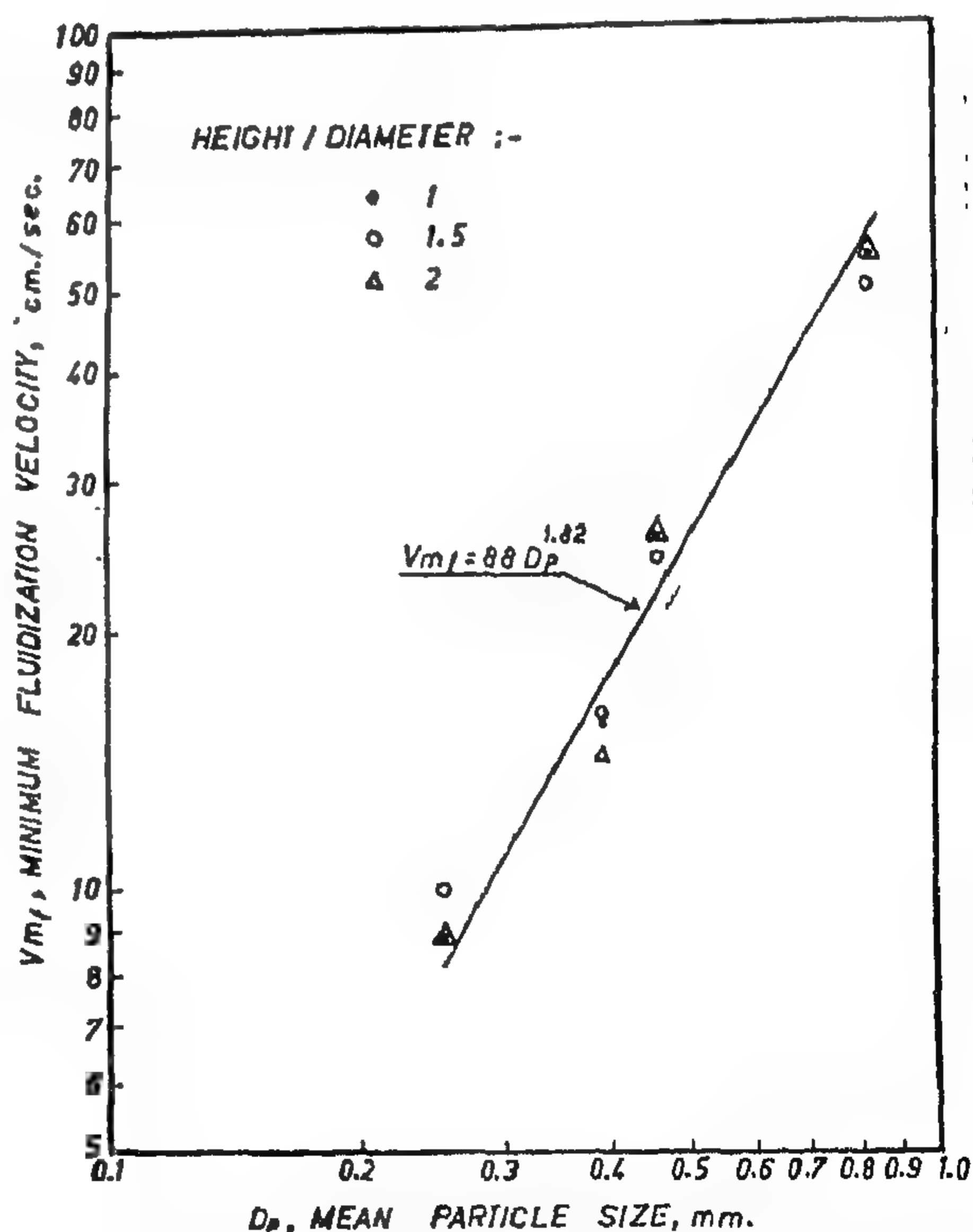


FIG. 3. CORRELATION OF MINIMUM FLUIDIZING VELOCITY WITH PARTICLE SIZE AT 25°C

Table 2. Particle Size and Bulk Densities of the Ore fractions Used

Fraction, mm.	Bulk Density, Size, mm.	Mean Particle gm./cc.
—1.00 + 0.60	0.80	1.47
—0.60 + 0.50	0.55	1.45
—0.50 + 0.30	0.39	1.42
—0.30 + 0.20	0.25	1.36

#### Apparatus :

A flow diagram of the experimental set-up is shown in Fig. 1. It consists of air supply, fluidisation tube, cyclone separator, and the necessary measuring devices. The fluidisation tube is a 4—cms. in diameter silica tube. It has a sintered-disc distributor formed from fine glass rods of silica.

At the end of the run, the tube was emptied and the dry pressure drop at different velocities was determined for the empty set-up. These measurements were subtracted from the previously measured operating pressure drop in order to obtain the correct pressure drop corresponding to the bed alone.

2. *Elutriation Study* : Fines elutriation rates were determined by collecting the cyclone dust and weighing it at consecutive time intervals at a fixed fluidisation velocity.

3. *Attrition Study* : In this set of experiments, ore samples having a particular particle-size range were fluidised at a certain gas velocity for different time durations. Sieve analysis of solids remaining in the bed was then made in order to determine the percentage attrition to particle sizes smaller than the original size.

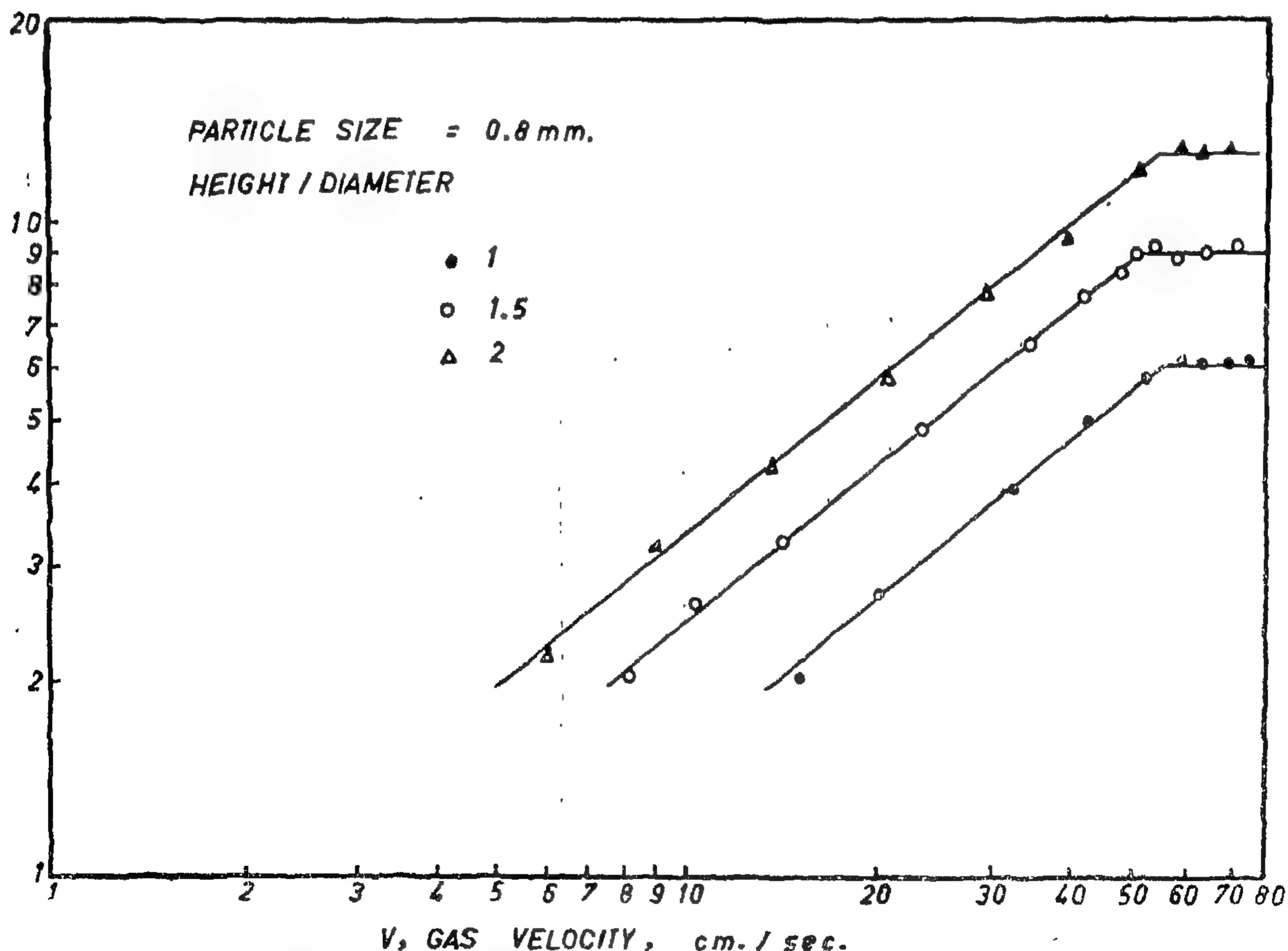


FIG. 2. SAMPLE FLUIDIZATION CURVES FOR 0.8mm. SIZE FRACTION

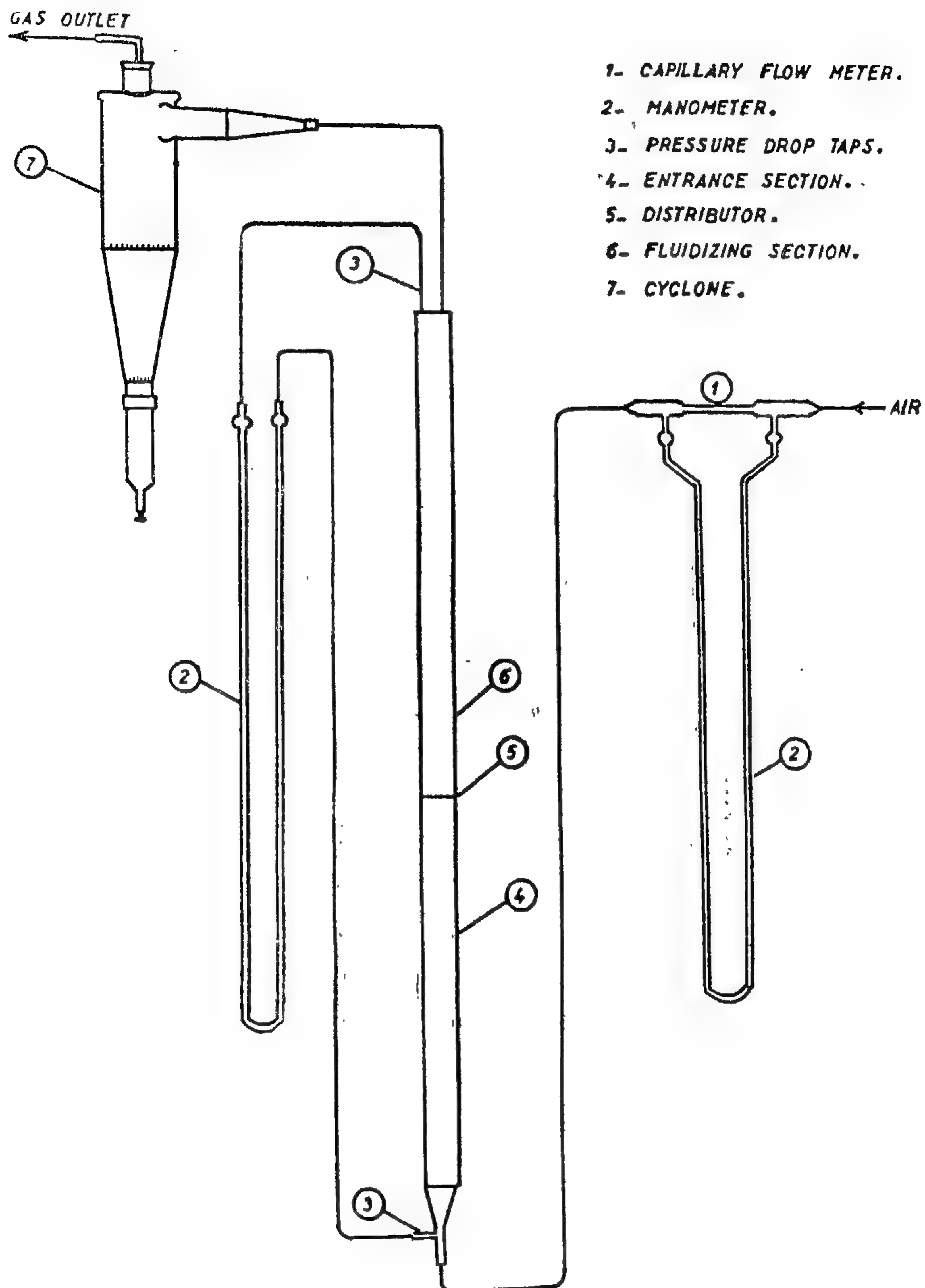


FIG. 1. FLOW DIAGRAM OF THE EXPERIMENTAL SETUP.



Since the minimum-fluidisation condition is transitional between the fixed and fluidized states, the treatment or correlation of the minimum-fluidisation velocity evolves naturally from relevant fixed-bed relations. Among these relations, the famous Carman-kozeny<sup>1-3</sup> equation is, perhaps, the most fundamental. Based on this equation, Leva and Coworkers<sup>4-5</sup> obtained the following equation for predicting the minimum fluidisation velocity :

$$v_{mf} = K D_p^2 (d_s - d_f) / \mu \quad \dots\dots (1)$$

Examination of the data of several investigators led Leva<sup>6</sup> to the following modified correlation :

$$v_{mf} = (1.4 \times 10^5) D_p^{1.82} (d_s - d_f)^{0.94} / \mu^{0.88} \quad (2)$$

where  $D_p$  is in ft.,  $\mu$  in (lb)/(ft)(hr). Equation 2 is based on the total of 223 experimental points with a standard deviation of 22%<sup>7</sup>, and is valid up to Reynolds number ( $d_f v_{mf} D_p / \mu$ ) of 5.

The phenomena of attrition and elutriation present serious operational as well as economical disadvantages. Attrition indicates the formation of particles smaller than those originally charged to the bed due to fracture of particles rubbing against each other in the fluidised state. Elutriation indicates the carry-over of fine particles (whose terminal velocity is lower than the prevailing gas velocity) out of the fluidised column.

Several investigators<sup>8-11</sup> studied elutriation from dense-phase fluidised beds. Based on the work of Leva<sup>8</sup> they usually found that elutriation rates could be expressed as a first order reaction :

$$dM_f/dt = K_e M_f \quad \dots\dots\dots (3)$$

The elutriation constant was found to be a strong function of gas velocity. Wen and Hashinger<sup>11</sup> were successful in correlating theirs as well as others data by the application of dimensional analysis.

## EXPERIMENTAL

### Plan Of Experimentation :

Relevant variables considered encompassed gas flow rate, particle size, and bed height. The plan of experimentation underlying these factors is outlined in Table 1.

TABLE 1. Plan Of Experiments

Run No.	Particle Size mm.	Bed Height/Diameter	Gas Velocity Cm./sec.
<i>Minimum Fluidisation Study</i>			
1	0.25	1	
2	0.25	1.5	
3	0.25	2	
4	0.39	1	
5	0.39	1.5	
6	0.39	2	
7	0.55	1	
8	0.55	1.5	
9	0.55	2	
10	0.8	1	
11	0.8	1.5	
12	0.8	2	
<i>Elutriation Study</i>			
13	0.25	1	12
14	0.39	1	20
15	0.39	1	27
16	0.25	1	27
17	0.39	1	35
18	0.55	1	42
19	0.55	1	53
20	0.55	1	80
21	0.80	1	80
<i>Attrition Study</i>			
22	0.25	1	12
23	0.39	1	22
24	0.39	1	35
25	0.55	1	42
26	0.55	1	53
27	0.80	1	80

*Materials Used :* The pyrite samples used are concentrates imported from Yugoslavia and provided by Abu-Zaabal Co. for Fertilizers and chemical Products. The closely-sized fractions chosen have the measured particle sizes and bulk densities given in Table 2.

# INVESTIGATION OF THE FLUIDIZATION DYNAMICS, ATTRITION AND ELUTRIATION OF IRON PYRITES IN THE FLUIDISED STATE

*By*

M.M. EL-HALWAGI, M.Sc. Ph. D.,  
G.A. KOLTA, M.Sc., Ph.D.,

and

A. ABDEL HAMID, B.Sc.  
*National Research Center, Cairo, Egypt,  
U.A.R.*

## SYNOPSIS

The fluidisation characteristics of iron pyrites were investigated in a 4—cms. laboratory fluidised bed. Incipient fluidisation velocities of closely-sized fractions were determined and correlated with particle size. Attrition and elutriation were found to be closely related and primarily dependent upon the fluidising gas velocity. The maximum percent elutriation could also be successfully correlated with the operating gas velocity.

## INTRODUCTION

The study presented here constitutes one phase of an integrated experimental program devoted to the investigation of the various domains related to the roasting of iron pyrites in the fluidised state with the ultimate purpose of developing a local commercial process. The work is concerned with the study of the fluid-

isation characteristics of the ore to be employed. Collection of such data has an important impact not only upon the appropriate planning of fundamental experimental research, but also on the proper engineering design of the fluid-bed reactor.

## THEORETICAL BACKGROUND

The term "fluidisation" denotes the transformation of a bed of finely divided solids into a fluid-like condition by the upward passage of a fluid through it. When a gas is passed through the solids bed at progressively increasing flow rates, the bed remains initially in the fixed state until a certain critical velocity called the minimum or incipient fluidization velocity is reached whereby the bed begins to expand and the particles become suspended in the gas stream. The pressure drop

at this state corresponds to the weight of bed per unit area. Further velocity increases result in larger bed expansion and the formation of gas bubbles. This stage may be termed the boiling or dense-phase fluidisation. Finally, when the gas velocity becomes higher than the free-falling velocity of the particles, they are continuously transported with the gas out of the column. This last stage may be called pneumatic transport or dilute-phase fluidisation.



3. No improvements in the transition characteristics of the steel has been obtained through normalizing or annealing. Only a slight improvement is attainable in the ductile range by normalizing which is attributed to the fine-grained structure produced by the relatively quicker cooling rate of the air-cooled normalized specimens. On the other hand, a detrimental effect for preheating was observed on notch ductility of both the weld metal and HAZ sides of the composite specimen which can similarly be attributed to the slower cooling rates involved.
4. The low-blow technique is not satisfactory in predicting the crack initiation energy

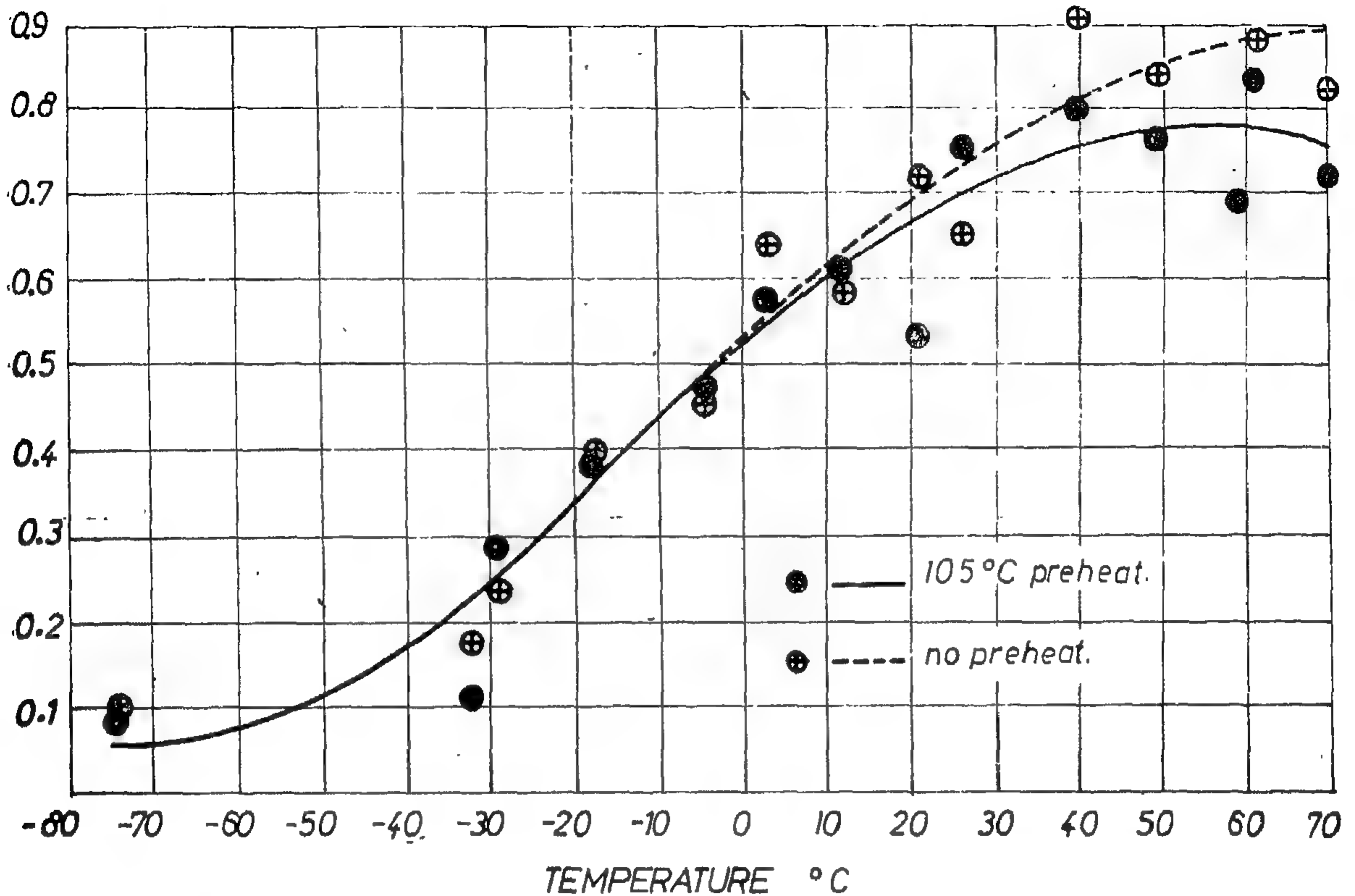
level in Charpy test as certain portions of the pendulum kinetic energy is not effective in cracking the specimen. The test can only be used in predicting the FTE temperature by noting the highest temperature at which the 2nd. blow did not produce any increase in lateral deformation.

5. The composite specimen test is suitable for detecting the effect of variation of the welding variables such as preheat but not as a specification test replacing the two sets of experiments required for both steel and weld metal.

### REFERENCES

- (1) Brown, D.P., "Observation on Experience with Welded Ships", THE WELDING JOURNAL, (9) Research Suppl. 765-s (1952).
- (2) Bagsar, A.B., "Cleavage Fracturing and Transition Temperatures of Mild Steels" THE WELDING JOURNAL, (8); Research Suppl., 123-s (1948).
- (3) Parker, E.R., "Brittle Behavior of Engineering Structures", John Wiley and Sons, Inc., 1957.
- (4) Zeon, R.S., and Low, J.R., Jr., "The Effect of Variations in Notch Severity on the Transition Temperature of Ship Plate Steel in Notched Bar Impact Test", THE WELDING JOURNAL (8), Research Suppl., 145-s (1948).
- (5) Pellini, W.S., "Notch Ductility of Weld Metal", THE WELDING JOURNAL, (5), Research Suppl., 217-s (1956).
- (6) Puzak, P. P., Eschbacher, W. W., and Pellini, W.S., "Initiation and Propagation of Brittle Fracture in Structural Steels", THE WELDING JOURNAL, (12), Research Suppl., 561-s (1952).
- (7) Puzak, P.P., Schusler, M.E., and Pellini, W.S., "Crack Starter Tests OF Ship Fracture and Project Steels, "THE WELDING JOURNAL, (10), Research Suppl., 481-s (1954).
- (8) Puzak, P.P., Babeck, A.J., and Pellini, W.S., "Correlation of Brittle Fracture Service Failures with Laboratory Notch-Ductility Tests", THE WELDING JOURNAL, (9), Research Suppl., 391-s (1958).
- (9) Williams, M.L., "Correlation of Properties of Steel Plates from Fractured Ships", THE WELDING JOURNAL, (10), Research Suppl., 445-s, (1958).
- (10) Gross, J.H., and Stout, R.D., "Ductility and Energy Relations in Charpy Tests of Structural Steels", THE WELDING JOURNAL, (4), Research Suppl., 151-s (1958).
- (11) Hartbower, C.E., "Crack Initiation and Propagation in the V-Notch Charpy



LATERAL EXPANSION  
MM.

**Fig. 9** — Comparison between transition curves based on lateral expansion for the WM side of the composite specimens welded with and without preheat.

men as shown before. This finding does not exclude the adoption of preheating in welded structures as it has an important role in avoiding the cracks developed during cooling in the HAZ, the fusion line and in the weld metal itself. These cracks will initiate brittle fracture if their tips extend to a notch-sensitive element.

#### 4. CONCLUSIONS :

1. The B.S.13 steel is capable to withstand service temperatures as low as  $-37^{\circ}\text{C}$  for stationary construction as oil tanks, pressure vessels, pipe lines ... etc. For sea-going vessels and other constructions subjected to localized deformation, a

throughout failure of the structure is only avoided above  $-10^{\circ}\text{C}$ .

2. Although the Charpy V transition curve as well as the NDT temperature of the as-deposited weld metal of the Gazine R-48 Egyptian electrode yielded satisfactory results as compared to the foreign E 6010 mild steel welding electrodes, certain imperfections in the coating technique were responsible for some geometrical or metallurgical notches from which brittle fracture may initiate at unfavourable conditions of stress and temperature.

### 3.2.2 Weld Metal :

Charpy V energy transition curve for weld metal have revealed satisfactory results as compared to foreign electrodes (Fig. 7). However, many specimens show impurities in the fracture surface such as nonmetallic inclusions, parts of incomplete fusion ..... etc. These defects which may be due to imperfections in the coating technique cause great consternation about the suitability of such electrodes for welded constructions as it may act as geometrical or metallurgical notches from which brittle fracture may initiate at unfavourable conditions of stress and temperatures.

### 3.3 Composite Specimen Tests.

#### 3.3.1 Effect of Preheat.

Comparison between single test and composite test results revealed that the test is unsuitable as a specification test replacing the two sets of experiments required for weld metal and base steel. The test, however is of value in detecting the effect of some variables in the welding technique such as preheat. Figs. 3 and 9 show the effect of preheating on both weld metal and the HAZ. It is clear that preheating is detrimental for both of them. This effect can be explained in view of the reduced cooling rate of the preheated speci-

#### ATERAL EXPANSION

MM

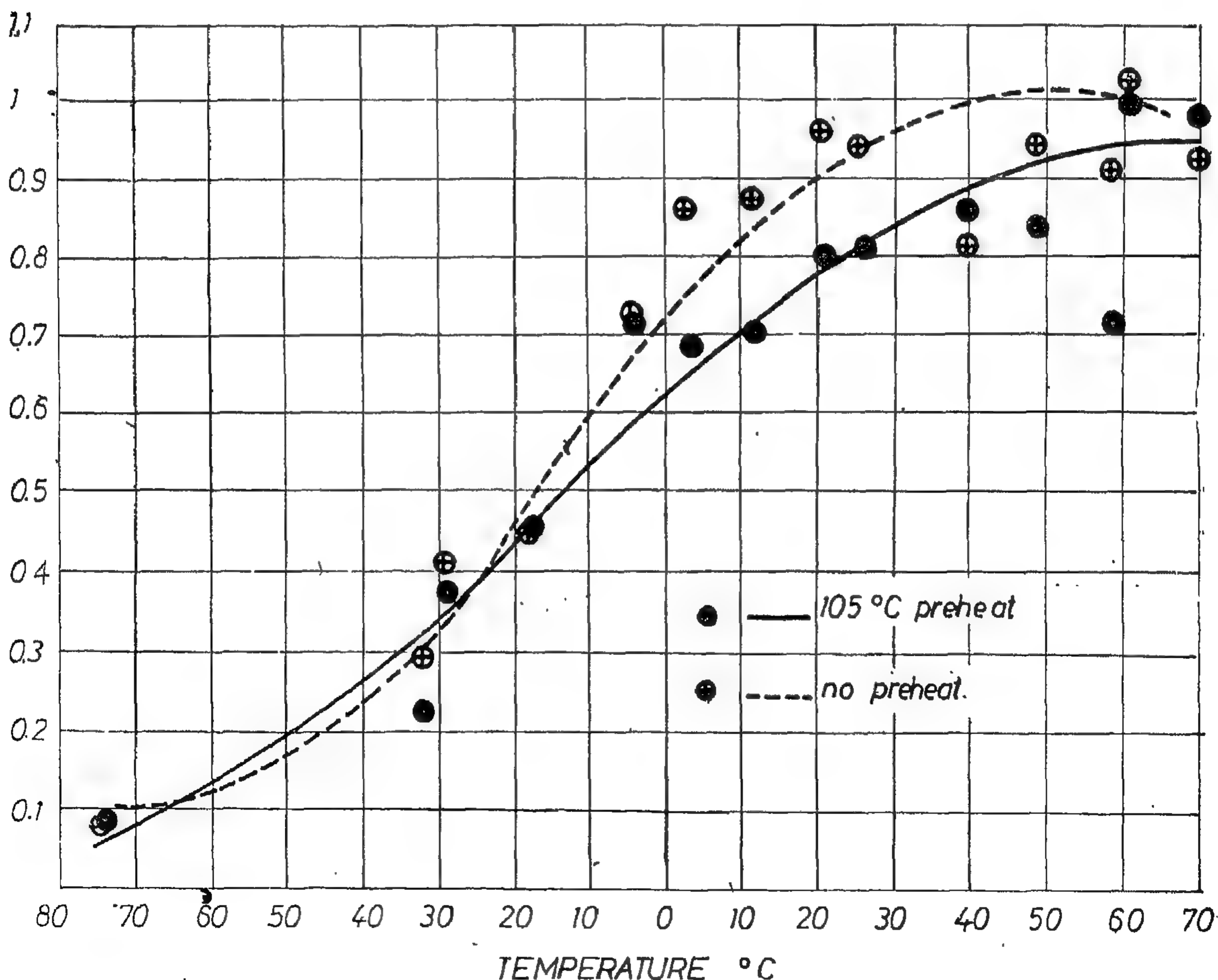


Fig. 8 — Comparison between transition curves based on lateral expansion for the HAZ sides of the composite specimens welded with and without preheat.

IMPACT ENERGY  
KG.M.

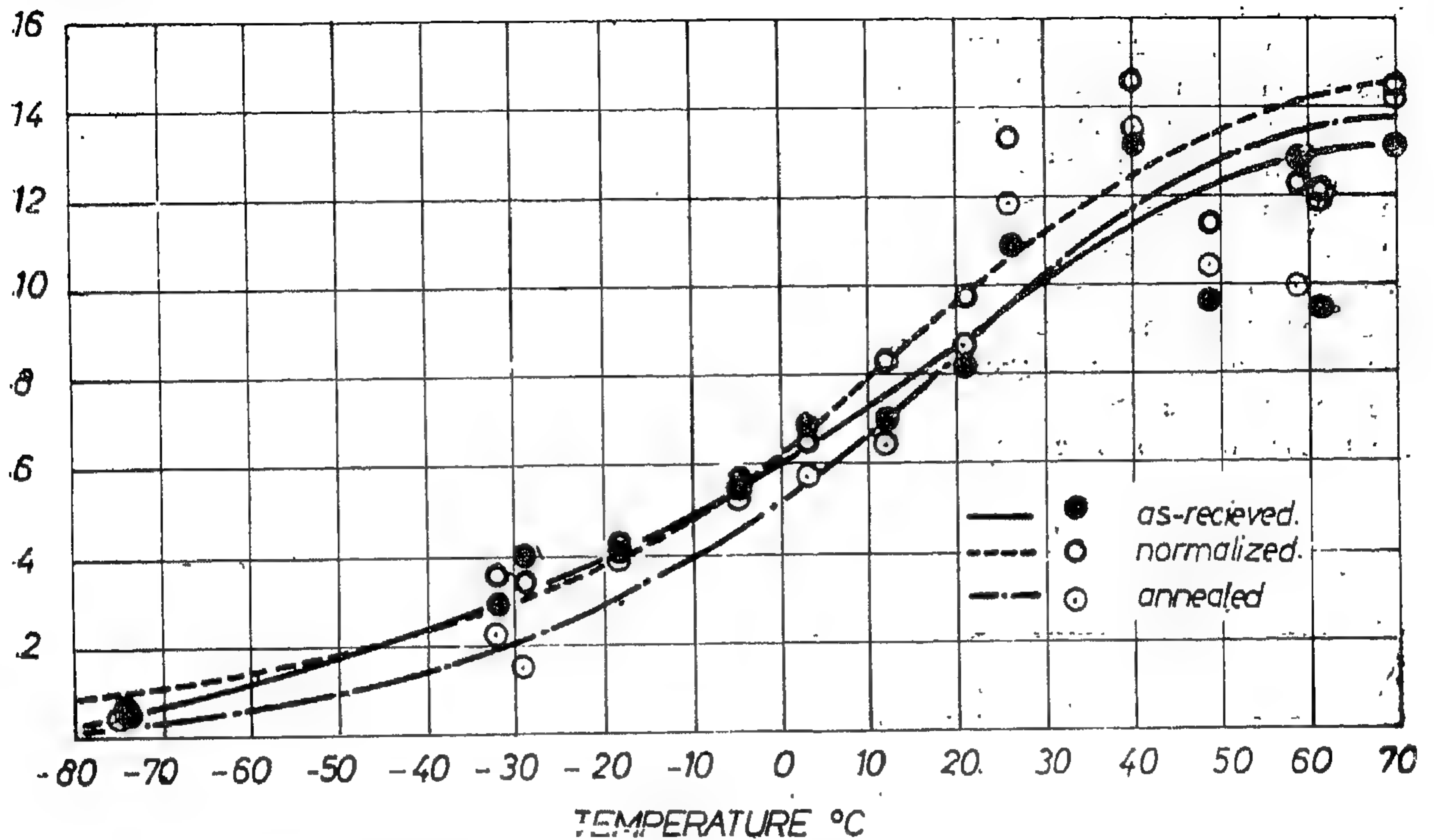


Fig. 6. — Comparison between Charpy V energy-temperature transition curves for steel in the three conditions.

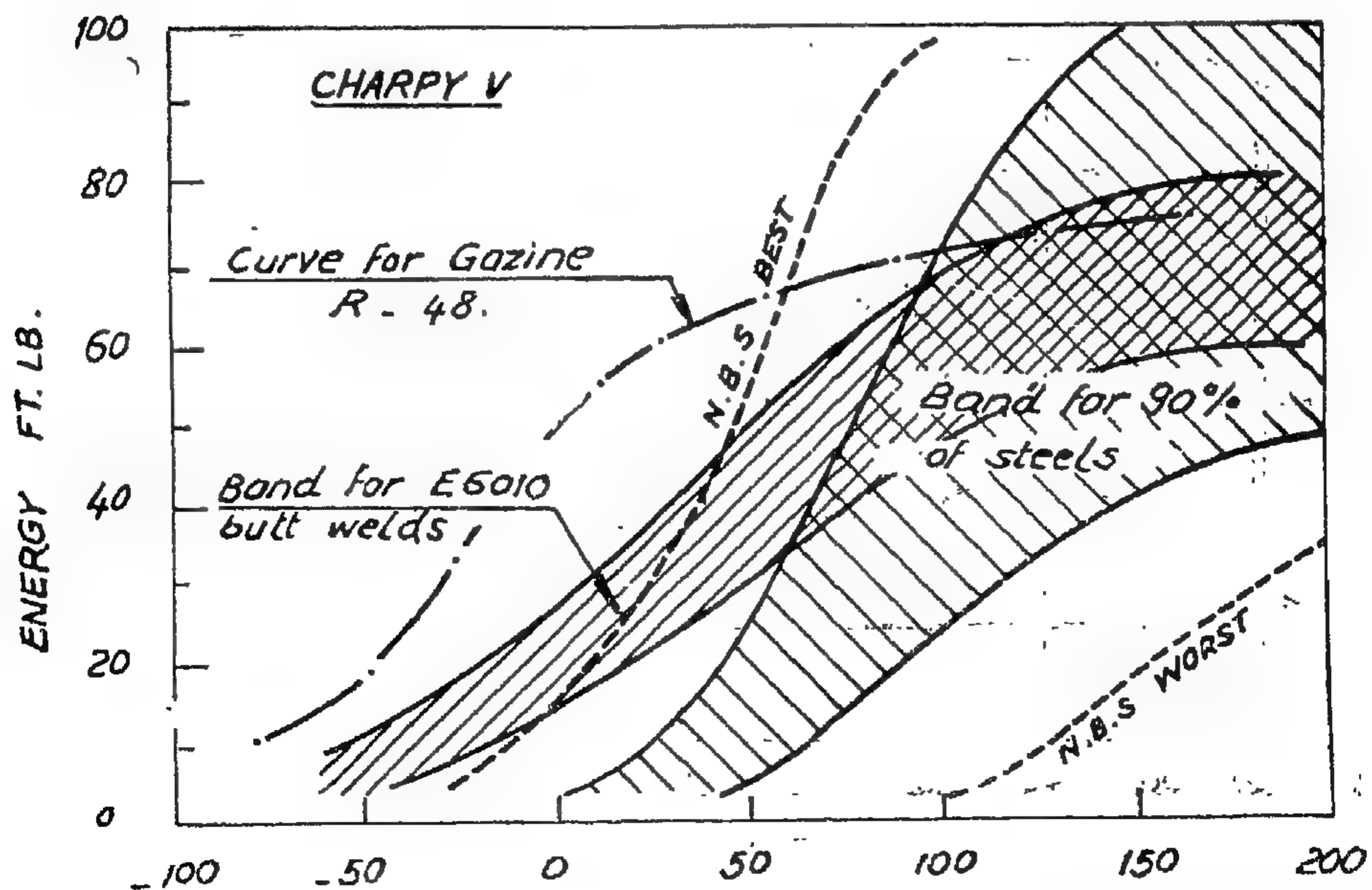


FIG. 7 : Charpy V notch properties of the deposited WM as compared to E6010 welds and ship plate steel of World War II production.



approximated from it by applying the  $\Delta t$  corrections suggested by the NRL. The ability of both the steel and weld metal to withstand low-temperature applications can be predicted from these temperatures depending on the expected service conditions. For stationary elastically-loaded constructions such as oil tanks, pressure vessels and pipelines with the possibility of plastic flow at some points of stress concentration, fracture is possibly initiated at and below the NDT temperature which is considered the safe boundary to avoid fracture. In such applications, steel is capable to withstand temperatures as low as  $-37^{\circ}\text{C}$  while the corresponding temperature for weld metal is  $-15^{\circ}\text{C}$ . For other elastically-loaded constructions where the possibility of localized deformation due to collision and other special circumstances is inevitable, such as the case of ship constructions, fracture is *forced* to initiate. The prevention of a throughout failure of the structure depends on whether the surrounding elastically-stressed areas are above or below its FTE temperature. In such cases,  $-5^{\circ}\text{C}$  and  $18^{\circ}\text{C}$  are the safe boundary for B.S.13 steel and the Gazine R-48 weld metal respectively. The latter Figure ( $18^{\circ}\text{C}$ ) is relatively high and may render this type of electrodes unsuitable for the elastically-loaded parts of the ship subjected to service temperatures lower than  $18^{\circ}\text{C}$ . On the other hand, neither the steel nor the electrode is suitable for heavy duty cases where the structure is subjected to general deformation but, nevertheless, brittle fracture must be prevented. Otherwise, the service temperature should not be lower than  $28^{\circ}\text{C}$  for steel and  $50^{\circ}\text{C}$  for weld metal which are rather impractical values.

The NDT temperature of steel was related to the 2.5 kg.m energy level on the Charpy V energy transition curve. This suggests that the NDT temp. can be directly derived from Charpy transition curve by finding out the temperature corresponding to the 2.5 kg.m crack initiating energy level (Table 2). The crack initiating energy level of the low-blow technique, *table 2*, was found to be higher

than that derived from the conventional Charpy curve. This is attributed to the fact that certain portions of the pendulum kinetic energy read on the impact machine is not effective in cracking the specimen. Once the crack initiating energy level was determined, the test can be used in determining the FTE temperature by noting the maximum temperature at which the second blow produces fracture without an increase in lateral deformation.

TABLE 2 — Low-Blow Crack and Initiating Energy Level and the Attendant Striking Velocity (Deflection Rate)

Material & Condition	Crack Initiating Energy Level (kg.m.)	Pendulum Velocity (m/sec)
Steel, as-received	4.3	2.1
Steel, normalized	4.3	2.1
Steel, annealed	3.8	1.9
Weld Metal	3.7	1.9
Composite specimen (preheated)	3.9	1.9
Composite specimen (unpreheated)	4.2	2.1

Pendulum Weight = 20 kg.

### 3.2 Charpy V tests.

#### 3.2.1 Effect of Heat Treatment :

Fig. 6 shows a compilation of the Charpy V energy transition curves for steel in its three conditions. It is clear that normalizing was beneficial for the upper portion of the transition curve without any effect on the transition range while annealing was detrimental for that range. This behaviour is attributed to the fine-grained structure produced by the relatively quicker cooling rate of the air-cooled normalized specimens and the formation of spheroids in the pearlite of the furnace-cooled annealed specimens.

## 2.2 Material and Material Conditions.

### 2.2.1 Steel

The steel used is a single heat locally produced steel purchased from the Iron and Steel Company in the form of 1/2" plate, fully-killed, electric furnace (charge no. 20464), B.S.13 steel. The steel was investigated in 3 conditions; as-received, normalized and annealed.

### 2.2.2 Electrodes :

The electrodes used are the rutile type Gazine R—48 locally produced electrodes which were approved by the Lloyd's Register for shipping and were kindly presented by the Electrodes Factory as representative for its production.

## 2.3 Testing Program :

The testing program laid down for the investigation is an extensive program of tests on the steel in its three conditions and the deposited weld metal which includes drop-weight tests, conventional Charpy V impact tests, low-blow tests, composite specimen tests from weldment with and without preheat and microstructure examinations.

## 2.4 Specimen Preparations :

Charpy V impact specimens were prepared according to the U.A.R. standard specifications No. 245/1962. Notches were machined in the thickness direction (LH type) and specimen axis was in the rolling direction.

Drop-weight test specimens of 50 × 127 mm were saw-cut and machined from the plate material. Fox DUR 650 kb, 5 mm electrodes were employed to deposit a hard bead of 630 — 670 HB 30. A high speed 1.5 mm parting off grinding wheel was used for notching the bead such that the thickness of the remaining weld was ranging between 1 and 1.5 mm.

## 2.5 Testing Procedure :

A drop-weight test equipment was constructed in the material laboratory of the Faculty of Engineering, Cairo University. Sub-zero cooling was carried out by means of a mixture of dry ice and acetone. Water bath was used for temperatures above room temperature. Charpy V specimens were left in the bath for not less than 15 minutes to attain the required temperature, drop-weight specimens were left for 20 minutes. 3 specimen of every steel were used at each temperature and the average value of their result was taken. Lateral expansion measurements of the conventional Charpy specimens were performed by a normal micrometer. For the composite specimen, lateral expansion on either side was accomplished by lining up the cross hair of the tool maker's microscope with the profile of the undeformed back of the specimen and then, by moving the calibrated cross slide until the cross hair is tangent to the point of maximum expansion. All Charpy tests were performed according to the Egyptian specifications EOS-S-245-1962.

## 3. DISCUSSION OF RESULTS :

### 3.1 Drop-Weight and LowBlow Tests :

Table 1 shows the values of the three critical transition temperatures for the B.S.13 steel and the Gazine R—48 electrodes. It should be noted that the NDT temperature was obtained directly from the drop-weight test while the two other temperatures were

TABLE 1 — Critical Transition Temperatures for Steel and Weld Metal.

Material & Condition	NDT ± 3 C	FTE ± 5 C	FTP ± 10C
Steel, as-recieved	— 37	— 10	18
Steel, normalized	— 37	— 10	18
Steel, annealed	— 37	— 10	18
Weld Metal	— 15	13	40



Laboratory which suggests the adoption of the composite test specimen.<sup>(12)(13)</sup> These specimens are machined from test weldment such that the cross section under the notch is composed of approximately equal areas of weld metal and heat-affected base metal as shown in Fig. 4 and 5. By measuring lateral expansion on both weld metal and heat affected zone sides, two distinct transition curves of weld metal and heat affected metal from one set of experiments can be obtained.

## 2. EXPERIMENTAL WORK.

### 2.1 Objectives :

It is the objective of this research to evaluate both the locally produced B.S. 13 ship-building steel and the Gazine R—48 electrode in terms of temperature range of brittle fracture and point out the suitability of both these items for the different types of service performance. The investigation aims also to find out the possible improvements attainable through the use of heat treatment and pre-heat.

FIG. 4 : The Test Plate and Orientation of Test Specimen in the Composite Test.

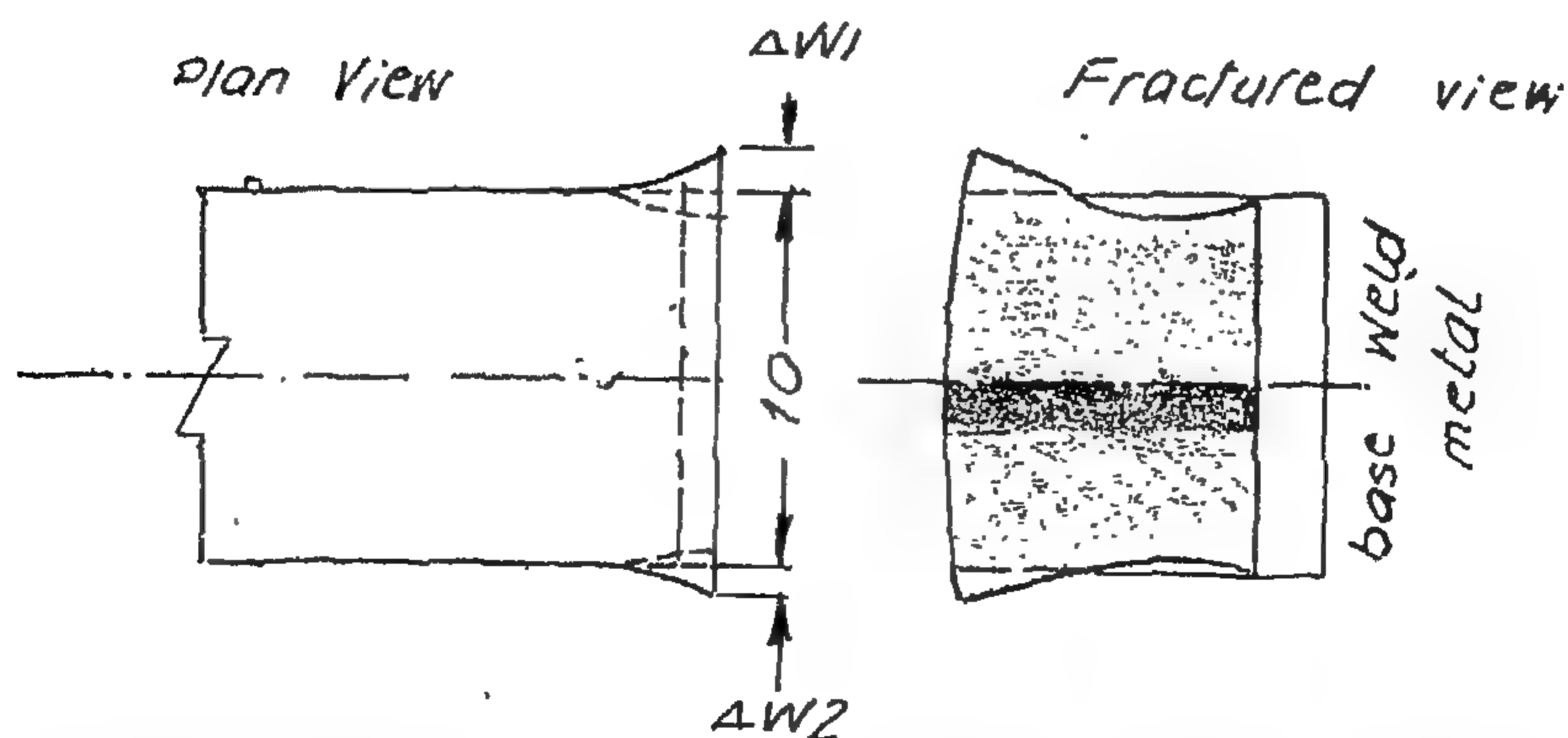
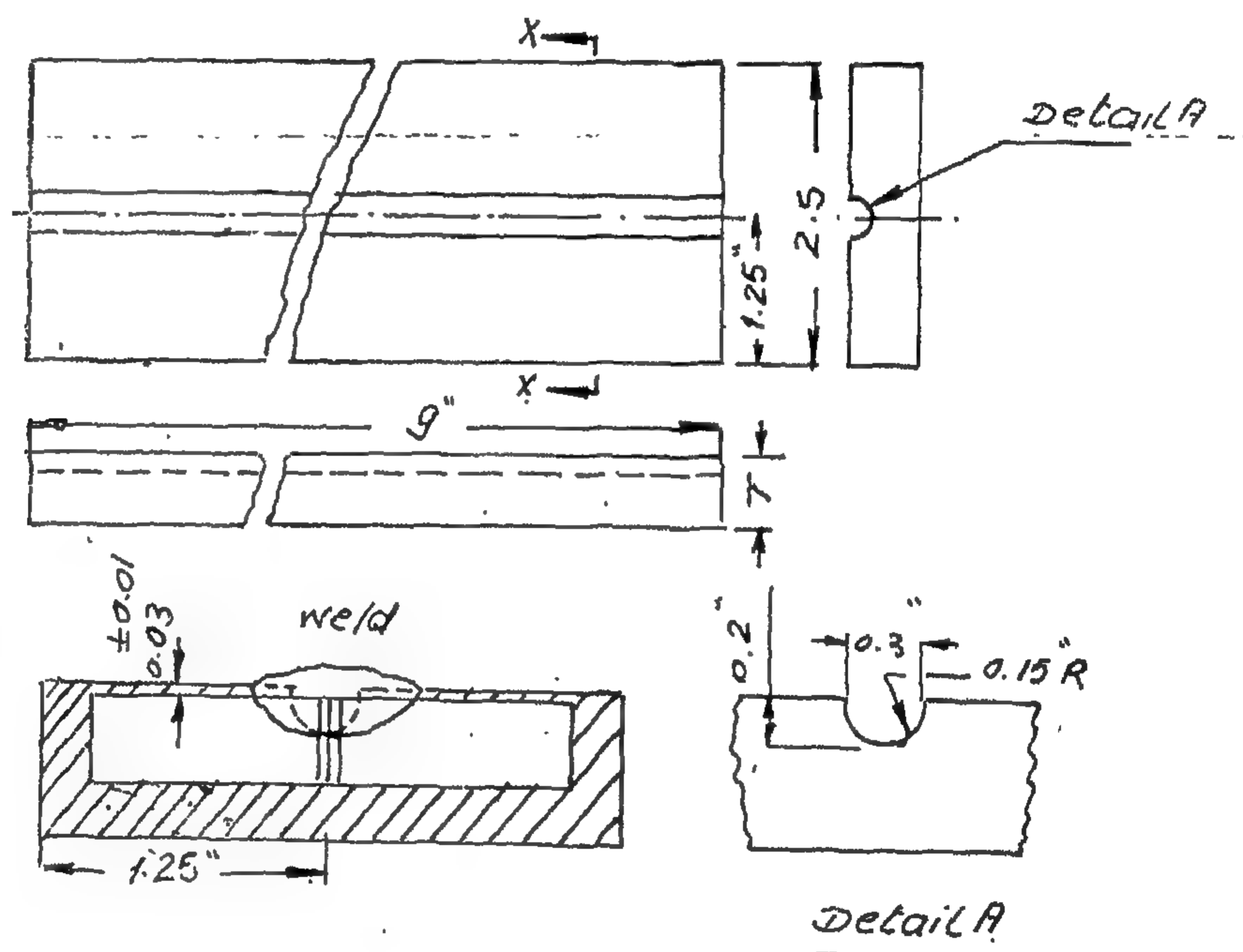


FIG.5 : Schematic diagram showing different amounts of lateral deformation (expansion and contraction) occurring in the weld metal side and heat-affected base metal sides of a fractured V notch Charpy impact specimen.



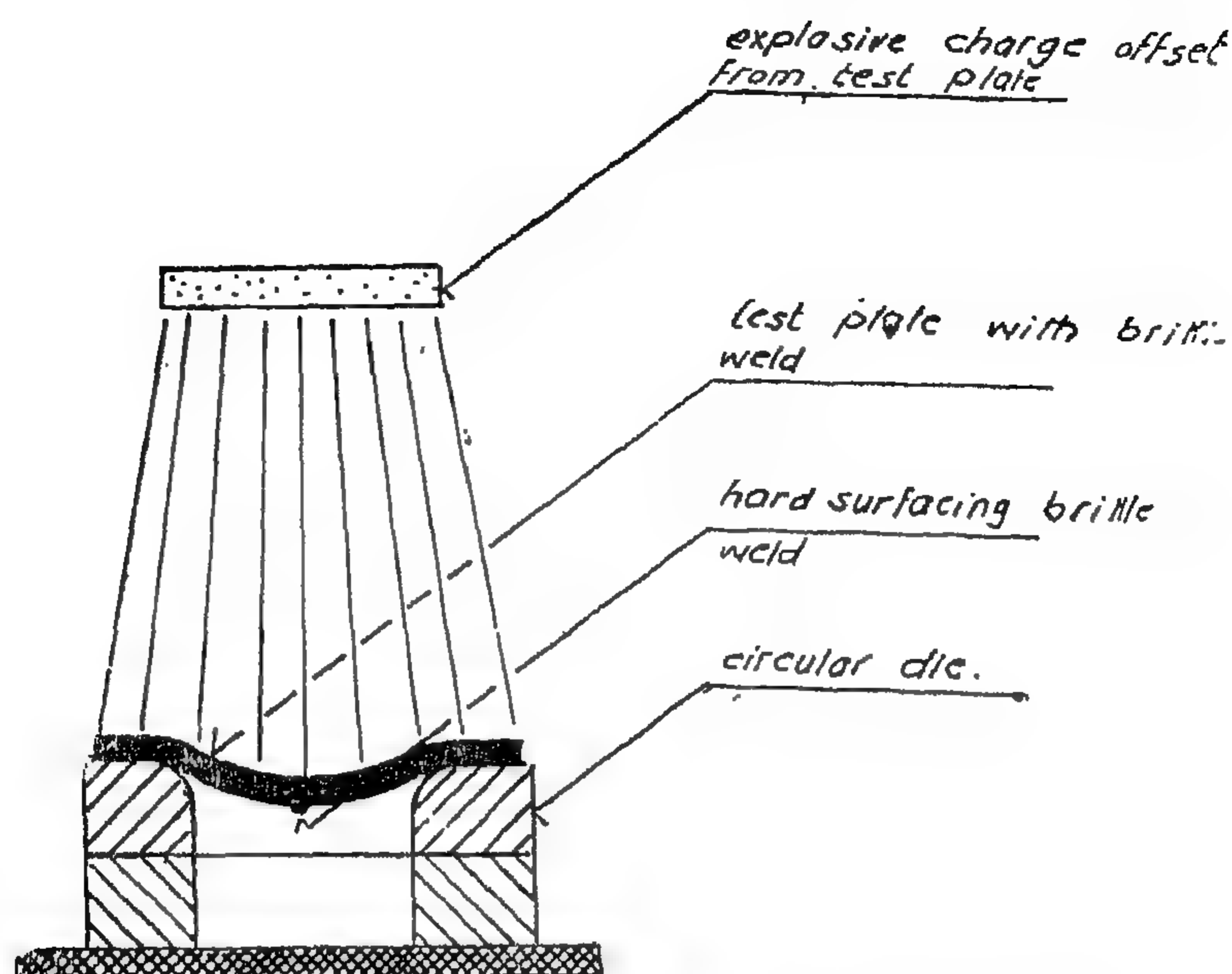


FIG. 3 : Details of the NRL explosion bulge test.

al study performed at the National Bureau of standards NBS on 141 rimmed and semi-killed steel plates taken from a large number of fractured ships.<sup>(9)</sup> The results of the NBS study validated the significance of the Charpy V impact test. Fracture initiation was found to occur at temperatures corresponding to the 7.6 ft. lb energy level on the Charpy V transition curve in the average, propagation to the 9.3 ft. lb and stoppage to the 19.1 ft. lb energy level. The corresponding values for fully killed and low alloy steels were found to correlate to higher levels on the Charpy V energy transition curve i.e. there is no invariant energy criterion applicable to all types of steel. These discrepancies have been attributed by J.H. Gross and R.D. Stout.<sup>(10)</sup> to be due to differences in the strength levels of these steels as the energy absorption in the Charpy specimen is controlled by two factors;

1. The strength level which regulates the force required for deformation and,

2. The ductility of the steel which determines the distance through which the force acts.

Since loss in the notch-toughness is due to loss in ductility rather than strength, a criterion which evaluates notch ductility rather than energy would be more significant. An index of ductility can readily be obtained from Charpy V bars by measuring the lateral expansion at the compression side opposite to the notch.

Several modifications have been introduced to the conventional Charpy V tests. Chief among these is the low-blow test.<sup>(11)</sup> This test was developed by C.E. Hartbower as a reply to the criticism directed to Charpy test that the energy read from the impact testing machine constitutes an integration of the energies required for both initiation and propagation of the crack. In addition, the plastic deformation associated with crack initiation introduces an adiabatic temperature rise which shifts the transition curve towards higher temperatures. In this test, specimens are delivered an initiating low-blow followed by a full capacity below to separate the energies required for initiation from that of propagation.

A further modification of the Charpy test was introduced by the Watertown Arsenal

1 — The drop-weight test (Fig. 2) : In such a test the load is applied by the impact of a dropping weight while the specimen is supported on two anvil supports. The dropping conditions are adjusted by means of a central anvil-stop<sup>(7)</sup> such that the cleavage crack attacks the base plate at the yield point and thus provides a true evaluation of the material's NDT temperature.

2 — The explosion bulge test : where the load is applied by means of detonation of an explosive charge placed offset from the test specimen which is held on a hollow circular die, (Fig. 3).

The edge portions of the explosion bulge specimen are held by the die i.e. elastically loaded. By noting the temperature at which the crack propagates through these elastically-

loaded edge regions, instead of being confined only to the plastically loaded "bulge", an evaluation of the FTE can consequently be obtained.

The significance of the NDT temperature has been validated by an empirical correlation with a number of service failures bracketing a wide variety of steels.<sup>(8)</sup> In all cases investigated, service failure temperature was below the NDT temperature. However, the crack-starter tests require a relatively large specimen. A practical solution for the purpose of engineering design and specification should be found in terms of an easy and versatile test as the charpy V or keyhole test. The significance of such test can only be determined by correlation with service failures. This topic was the subject of an extensive statistic-

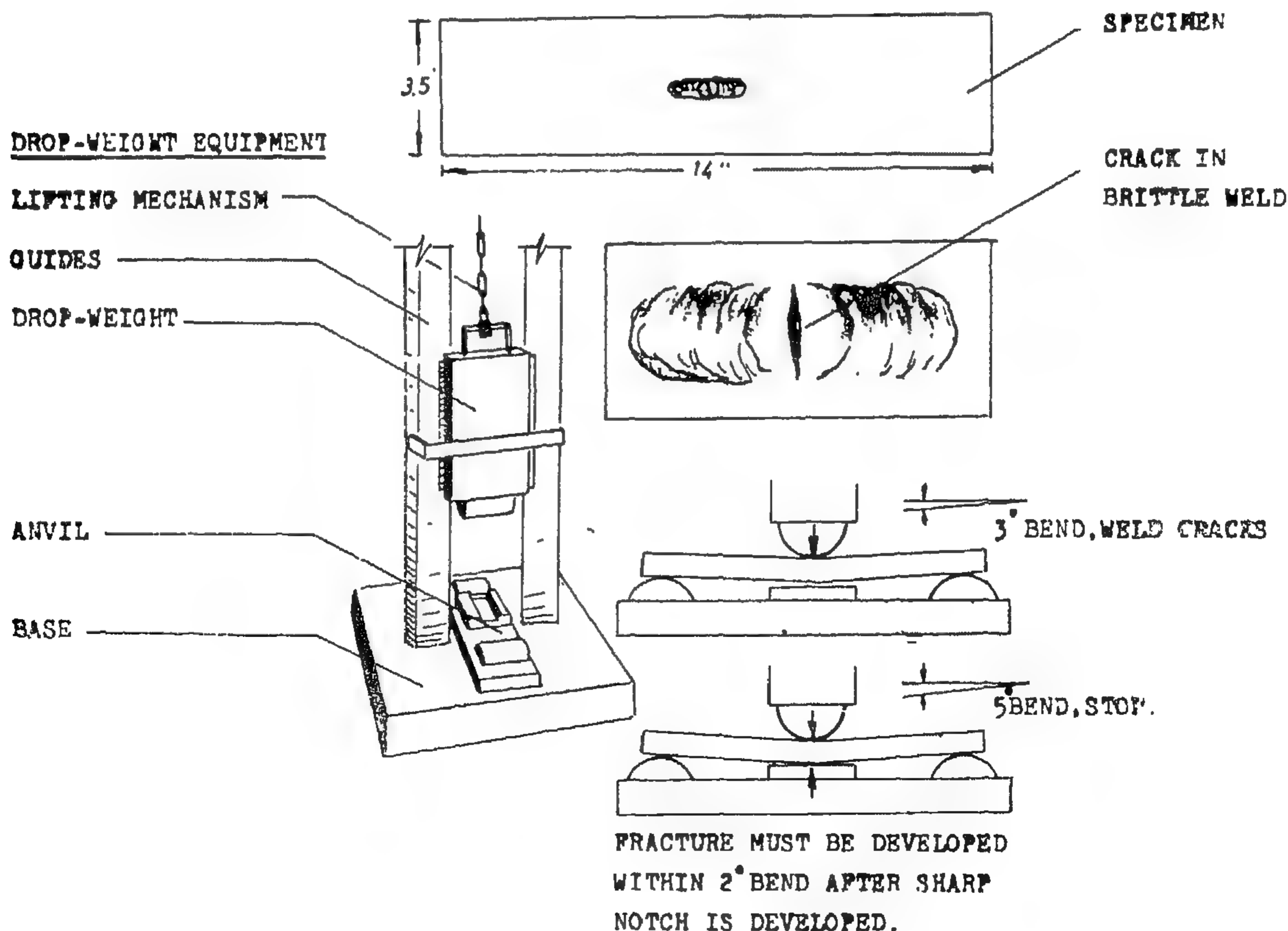
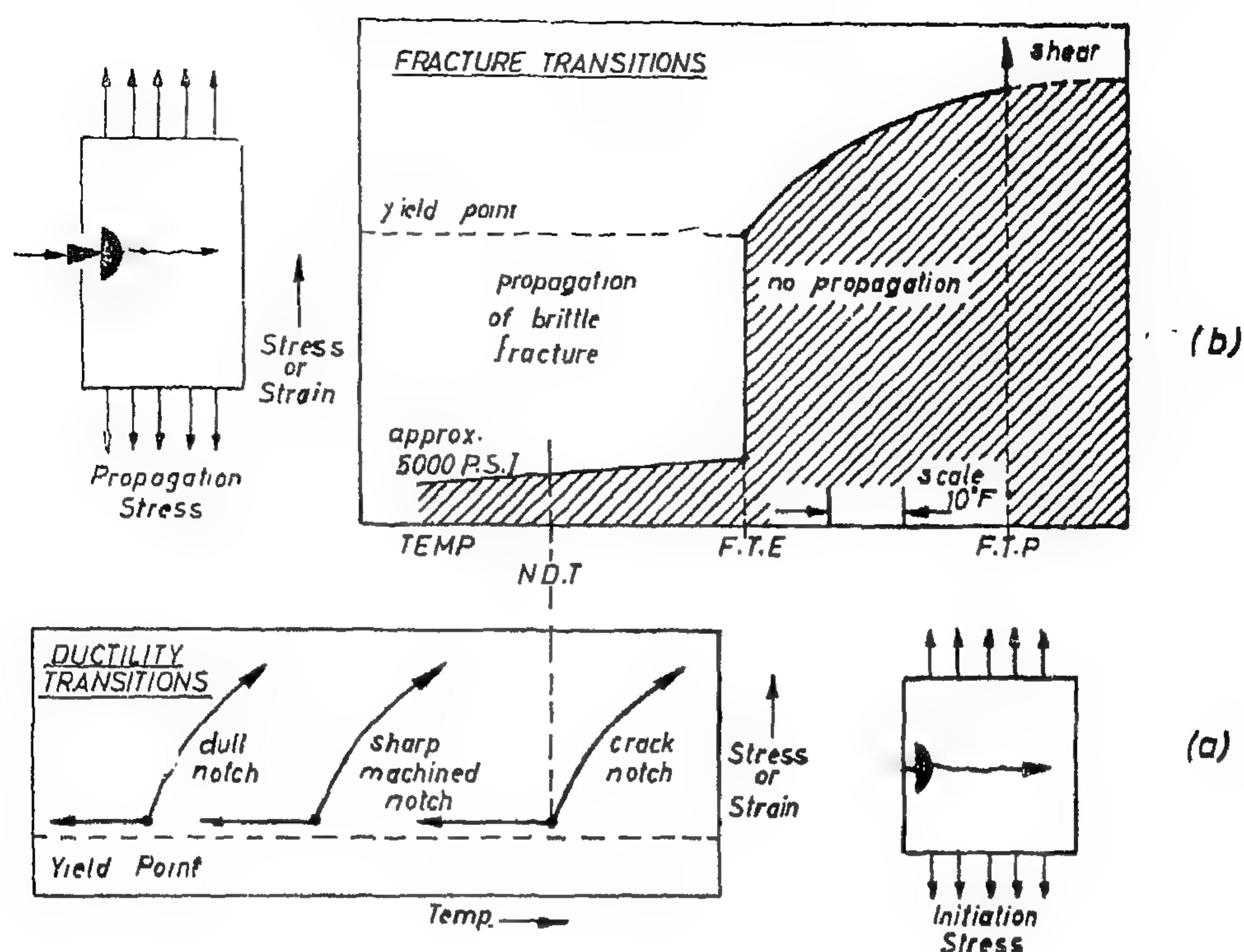


Fig. 2 — Drop weight test method.





*Fig. 1—Summary of the effects of stress level on the initiation and propagation of brittle fractures within the transition temperature range.*

onding temperature for the case of crack-like notch (the sharpest possible type) is called the nil-ductility transition, NDT temperature.

2 — Fracture transition : which is related to crack propagation. Below a certain critical temperature, the stress required to propagate a crack is in the elastic range (may be as low as 5000 p.s.i.) and above which the value of such stress rises rapidly to values in the plastic deformation range. The fracture surface in such a case is a combination of the shear and cleavage modes of fracture. Sooner, another type of fracture transition is obtained above which only the shear mode of fracture is obtained. The former transition has been called fracture transition for the case of elastic loading (FTE), while the later has been called fracture transition for the case of

plastic loading (FTP).

The efforts of the various research agencies have been directed towards the development of a laboratory test method which synthesises the service conditions encountered.<sup>(6)</sup> A very distinguished success in this respect was achieved by the naval research laboratory (NRL) through the development of the crack-starter tests.<sup>(7)</sup> These tests feature a test specimen containing a bead-on-plate of a hard surfacing material notched by means of a thin grinding wheel such that the wheel does not reach the base plate. Upon loading of the specimen, the remainder of the hard bead under the notch breaks and introduces a sharp reproducible crack to the base plate. Depending upon the type of loading, two types of the crack-starter tests were developed ; namely.



# BRITTLE FRACTURE OF LOCALLY PRODUCED SHIP-BUILDING STEEL

*By*

Dr. YEHIA KABIL

*Assist. Prof. Faculty of Eng. Cairo University*

Eng. AHMED FARAHAT

*B. Mech. Eng. Factory 135*

"This investigation is carried out to draw the attention towards the possibility of brittle fracture of locally-produced ships by evaluating the two main factors of shipbuilding, namely the base steel and weld metal and study of some relevant aspects and tests".

## INTRODUCTION

There was a gradual trend towards the use of welding in ship construction since the late 1930's to overcome some of the service difficulties encountered in riveted ships.<sup>(1)</sup> However, the advent of welding has become almost universally adopted since the last World War. As a result of this period the shipbuilding industry was confronted with the necessity of greatly expanding the building capacity to meet wartime emergency demands.

On the other hand, many of the welded ships which were constructed during the last World War have experienced brittle fractures which were considered to have occurred in such locations and to such extent as to cause concern to the safety of the vessel. Some vessels were broken into two under loading conditions

which were well within the design limits.<sup>(2)</sup> The exact nature of this problem was then not known, but now much of the mystery has been dispelled.

The shipbuilding industry in U.A.R. is still in its early stages and the possibility of brittle fracture of locally produced ships is a factor which requires great consideration. For this purpose, a review of the brittle fracture problem, its causes and remedies as well as an evaluation of both the locally produced shipbuilding steel and electrodes in terms of temperature range of brittle fracture are highly desired in this period. This investigation aims to fulfil this objective and point out the possible improvements attainable through the use of heat treatment and variation of welding technique by using preheat.

## REVIEW OF THE BRITTLE FRACTURE PROBLEM

The continuous study of fracture reports accumulated from a great number of ship, as well as nonship, service failures have revealed that cracks or "notches" are indispensable for the development of brittle fracture.<sup>(3) (4)</sup> Temperature is an important factor as notch ductility of ferritic steels decreases rapidly with decreasing temperature. Depending on

temperature, two transitions (Fig. 1 a and b) are usually met\*;

1 — Ductility transition : which is related to crack initiation and occurs as a sharp change from high to nil levels of prefracture deformation at the root of the existing notch. The stress level corresponding to this transition is slightly above yielding and the corres-

---

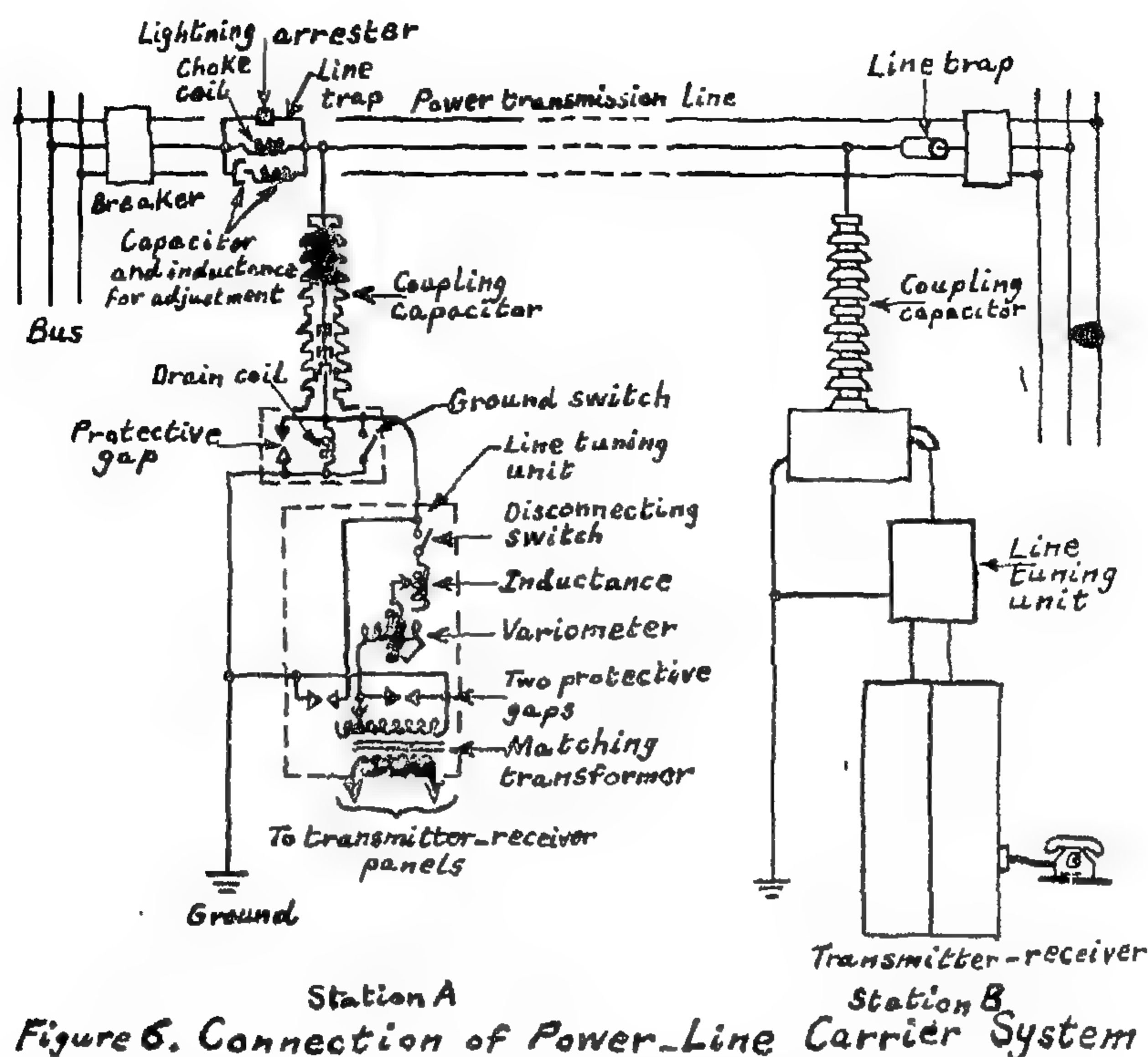
nil-ductility = no prefracture ductility.

## REFERENCES

1. Fallou, J. : "Vue d'Ensemble sur les Systèmes de Réglage Automatique de la Fréquence et de la Puissance", Bulletin, Société Française des Electriciens, Paris, France, May 1936, p. 461.
2. Darrieus, G. : "Réglage Rationnel de la Fréquence et de la Répartition des Charges entre Centrales Interconnectées", Bulletin, Société Française des Electriciens, Paris, France, May 1936, p. 501.
3. Nasse, G. : "Perfectionnements Apportés aux Méthodes de Réglage et de Répartition des Charges", Paper No. 329, CIGRE, Paris, France, 1946.
4. Ipsen, P.G., and Norton, J.R. : "Prime Mover Speed Governors and the Interconnected System", AIEE Transactions, Vol. 72, Part III, 1953, pp. 353-358.
5. Concordia, C., and Kirchmayer, L.K. : "Tie-line Power and Frequency Control of Electric Power Systems", AIEE Transactions, Vol. 72, Part III, 1953, pp. 562-572.
6. Concordia, C., and Kirchmayer, L.K. : "Tie-line Power and Frequency Control of Electric Power Systems, Part II", AIEE Transactions, Vol. 73, Part III—A, 1954, pp. 133-141.
7. François Cahen : "Load-Phase Control-Method of Automatic Frequency Control of a Multiple Generating-Plant System", AIEE Transactions, Vol. 73, Part III—A, 1954, pp. 571-577.
8. Travers, R.H. : "Load Control and Telemetering", AIEE Transactions, Vol. 73, Part III—B, 1954, pp. 522-527.
9. Chamberlain, H.H., Glimm, A.F., and Kirchmayer, L.K. : "Automatic Operation of Interconnected Areas", AIEE Conference Paper presented at 1956 AIEE Summer Meeting, San Francisco, California.
10. Travers, R.H. : "Automatic Economic Dispatching and Load Control — Ohio Edison System", AIEE Transactions, Vol. 76, Part III, 1957, pp. 291-300.
11. Travers, R.H. : "Operating Experience with GEDA Automatic Economic Dispatching — Ohio Edison System," AIEE Transactions, Vol. 77, Part III, 1958, pp. 407-410.
12. Kirchmayer, L. K. : "Differential Analyzer Aids Design of Electric Utility Automatic Dispatching System", AIEE Transactions, Paper 57-946, Applications and Industry, January 1959, No. 40, pp. 572-579.
13. Kirchmayer, L.K. : "Economic Control of Interconnected Systems", John Wiley and Sons, New York, 1959.







## CONCLUSIONS

The control engineer in charge of load dispatching has three basic aims : security of generation and transmission, economy in scheduling power generation, and frequency control. Satisfying these aims requires a system for data collection, calculating a solution, and informing the power stations of the desired outputs.

Although much can be said for automatic controls, it must be recognized that they have definite limitations. Automatic regulators do a job which human operators either cannot successfully perform, or can perform only by constant attention to an exacting and never-ending task. Nevertheless it should not be inferred that a system equipped with a few control devices at strategic points practically runs itself. Regulators can function only within the limits of capacity of the generators under their control, and this may be in the

order of 5 to 10 per cent of the total generating capacity of the system or group of systems for which these generators are regulating. The remaining generation, on base load, must be adjusted up or down from hour to hour to conform to the general trend of the system daily load curve as estimated by the power supervisor, so as to keep the regulating generators within their regulating range. Load assignments are made partly by prearranged schedule, but the supervisor must be prepared at any moment to meet unforeseen conditions with such power resources as are available. For this purpose, automatic controls must be supplemented by adequate communication facilities, and by telemetering of critical quantities such as forebay levels, loads on ties, and loads on generating stations, especially those that are under control of automatic regulators. These facilities should lead to improved load dispatching.



is conveyed from the distant substations and generating stations by H.F. transmission over the extra high-voltage lines to substations situated near to the dispatching point. As a rule, these substations are connected to the dispatching point with cables, so that further passing on of the required information can be carried out over the conductors of these cables. Here usually L.F. transmission is employed for two reasons : conductors in the cables can be saved by suitably grading the low frequencies employed, and the instruments can be isolated easily from the cables by the application of transformers, which is advantageous for safety reasons.

A power system with long transmission lines, through country where telephone lines are not available, or where building telephone lines would be costly, may find that carrier telephony is better. Power-line carrier telephony uses the transmission conductors of power lines instead of separate wires. The tiny currents of carrier telephony are superimposed on the power currents (for example, the 50 cycles/second ones) and flow along with them. The transmission conductors act as a guide or "carrier" for the telephony currents. These tiny currents are of much higher frequency than the power currents. They range from 50 to 150 kilocycles/second. Using high frequency makes it simple to separate the carrier current from the power current. The sending and receiving equipment resembles a radio transmitter and receiver.

The advantages of power-line carrier telephony are economy and reliability. The economy occurs over long distances where no telephone facilities exist. Then the power line has a twofold purpose : power and communication. Transmission lines are of such sturdy construction that they rank next to underground cables in reliability.

The power supply for carrier telephony can be from batteries (125 volts D.C.) or from 120 volts A.C. A coupling capacitor connects

the power-line carrier equipment to the high-voltage power line. A line tuning unit connects between the coupling capacitor and the transmitter-receiver panels. A line trap prevents energy in the communication current from being dissipated in the transmission line that lies outside the communication channel. A trap is not always necessary.

Figure 6 shows the above pieces of apparatus connected. Station A and station B are alike. Notice that this diagram shows the use of but one of the power conductors and the earth. Most installations are this way, but some use two of the three power conductors, that is, phase-to-phase.

Figure 6 shows that the coupling capacitor is composed of capacitors in series. These capacitors form the link joining the carrier telephone to the power line and allowing the carrier currents to easily pass through them because they have a high frequency. The low-frequency power currents do not easily pass, with the result that very small power currents find their way down the capacitors. The drain coil in the base of the coupling-capacitor unit carries them off to ground. In this same base a protective gap allows high surges of power and lightning current to pass to earth. The base of this unit also contains a grounding switch which should be closed before touching or doing any maintenance work in the base of the coupling unit or in the cable leading from it.

The line-tuning unit offsets the capacitance of the coupling capacitor. This is done by the coil marked "inductance" and by the adjustable "variometer", a variable inductance. Capacitance and inductance have contrary influences, one offsetting the other. Since they offset each other, their individual impeding effect on the carrier current cancels, thus allowing the carrier current to pass easily on to the transmitter-receiver panel equipment.

If the change in generation at these sources is represented by  $\Delta S_A$ ,  $\Delta S_B$ , etc.

$$** \Delta S = \Delta S_A + \Delta S_B + \dots$$

At any given time, only part of the total generating capacity is free to follow swing power requirements. The remainder of the system capacity is either at full load, held out of regulating duty by operational requirements, or not even on the line, and hence cannot be assumed available for swing generation.

Since each station will normally be available for regulating duty while the system cost is passing through the station's economic loading range, the amount of available regulating capacity can be estimated for various ranges on the daily curve of incremental costs.

Let  $G_A$  = output of station A at the mid-point of its cost range; and  $G_1$  = output of all regulating stations, including station A,

when cost is at the mid-point of station A's cost range. Then if station A is to carry its proportionate share of regulation, its response  $\Delta S_A$  to the system requirement signal  $\Delta S$  should be :

$$\Delta S_A = \Delta S \frac{G_A}{G_1}$$

This would then be the response of station A to system requirement when station A's participation setter is set at 100 %. Changes in the system and the station would reflect in different participation settings as the terms  $G_A$  and  $G_1$  are altered in the equation. Although the method is rigorously correct only for the mid-point of the station's cost curve, it may be examined at other points to determine to what extent the approximation may be safely used as a constant.

### SYSTEM COMMUNICATIONS

Communication is indispensable in running an electric power system. Lines of communication are as important as the power lines. There must be lines of communication from the load dispatcher and district operator to the generating, switching, and substations. Information must be exchanged between the power system employees and passed back and forth and up and down the entire system.

For the efficient and correct control of the greatly widespread and involved electric power generation and distribution systems, it is not sufficient to equip the dispatching room with telephone only. Also remote signalling, control equipment and telemetering instruments are absolute necessities. These instruments in turn require reliable communication facilities which ensure the transmission of signals, instructions and measuring pulses between the controlled places (e.g. generating stations and substations) and the dispatching centre. Only by the application of all these instruments it is possible to ensure the highest possible economy and reliable faultless operation of the whole power generation and distribution system.

Nowadays, great attention is being paid in the projects of new generating stations, substations and extra high-voltage power transmission lines not only to the power equipment, but also to the pertaining dispatching network, to ensure that it responds to the above-mentioned requirements.

The equipment of the dispatching point (Figure 5) depends first of all on the communication network. All required information

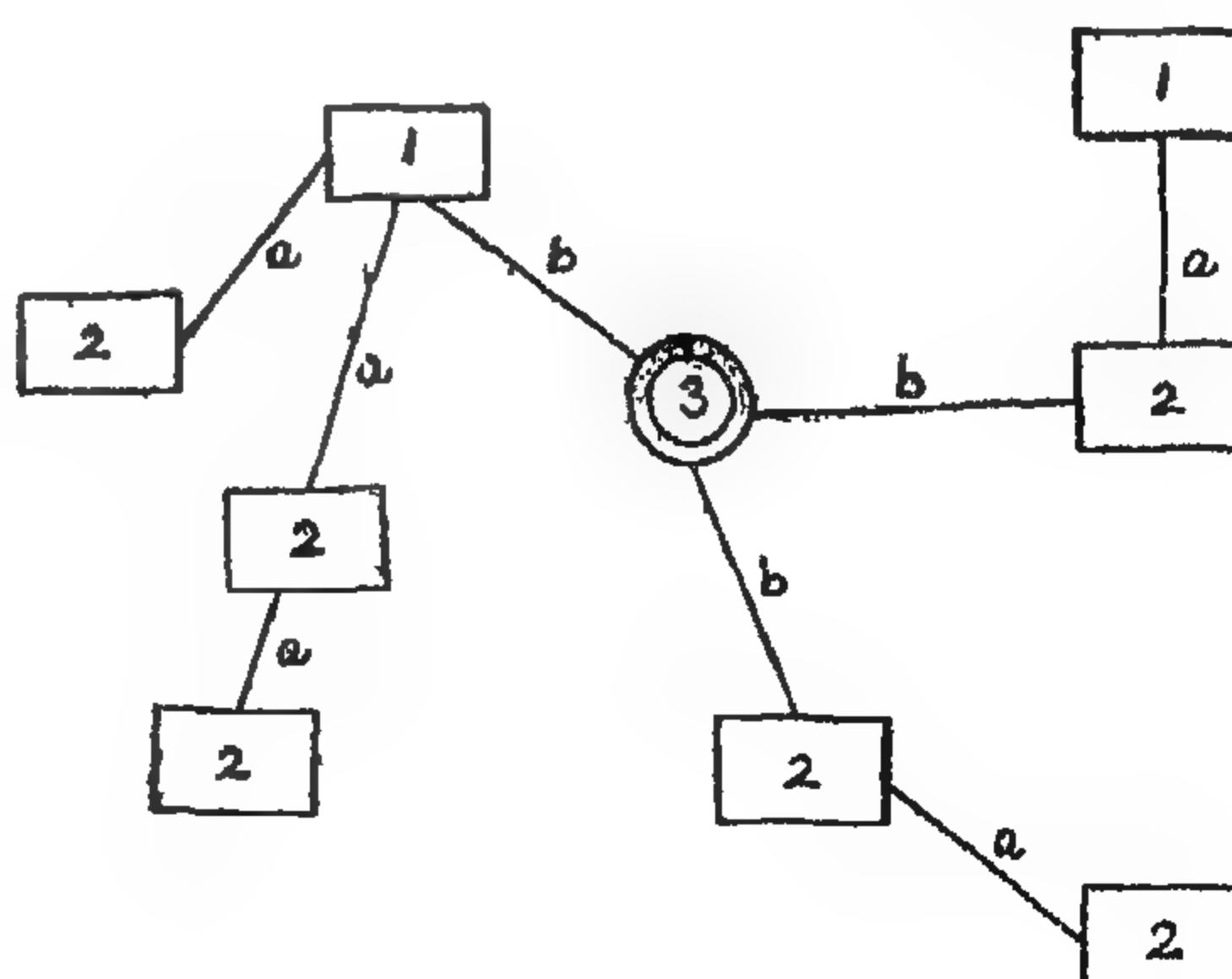


Figure 5. Part of the dispatching network  
1-Generating station, 2-Substation,  
3-Dispatching point, a) H.F. over E.H.V.,  
b) L.F. over cable.



be lowered to  $A_1$ , which would reduce the output of generator A and lower the frequency of the system. If frequency of the system is being regulated by adjustments to generator A, with no adjustments to generator B, then generator A will be compelled to take care of all load changes of the system, because when frequency is restored to 50 cycles per second, generator B will always be at the 60—per cent load point. In other words, frequency control has the effect of counteracting the speed

droop of generators to which it is applied—not eliminating the drooping characteristic, but shifting it to a new level after each load change.

It is also worth mentioning that when generators are operating in parallel, as on interconnected power systems, frequency is the same for all generators, no matter whether they are side by side in the same generating station, or miles apart in different stations.

### CONTROL METHOD

It is evident from the foregoing that a signal measuring frequency error and another measuring tie-line error can, when combined, produce an error signal representing the system's requirement for a change in generation. This is the so-called system requirement signal.

If the system requirement signal is  $\Delta S$ , representing the amount of change in prime mover power required to meet the load conditions and to return the system frequency to normal, then the control will seek to obtain this amount of power from the various sources, station A, station B, etc.

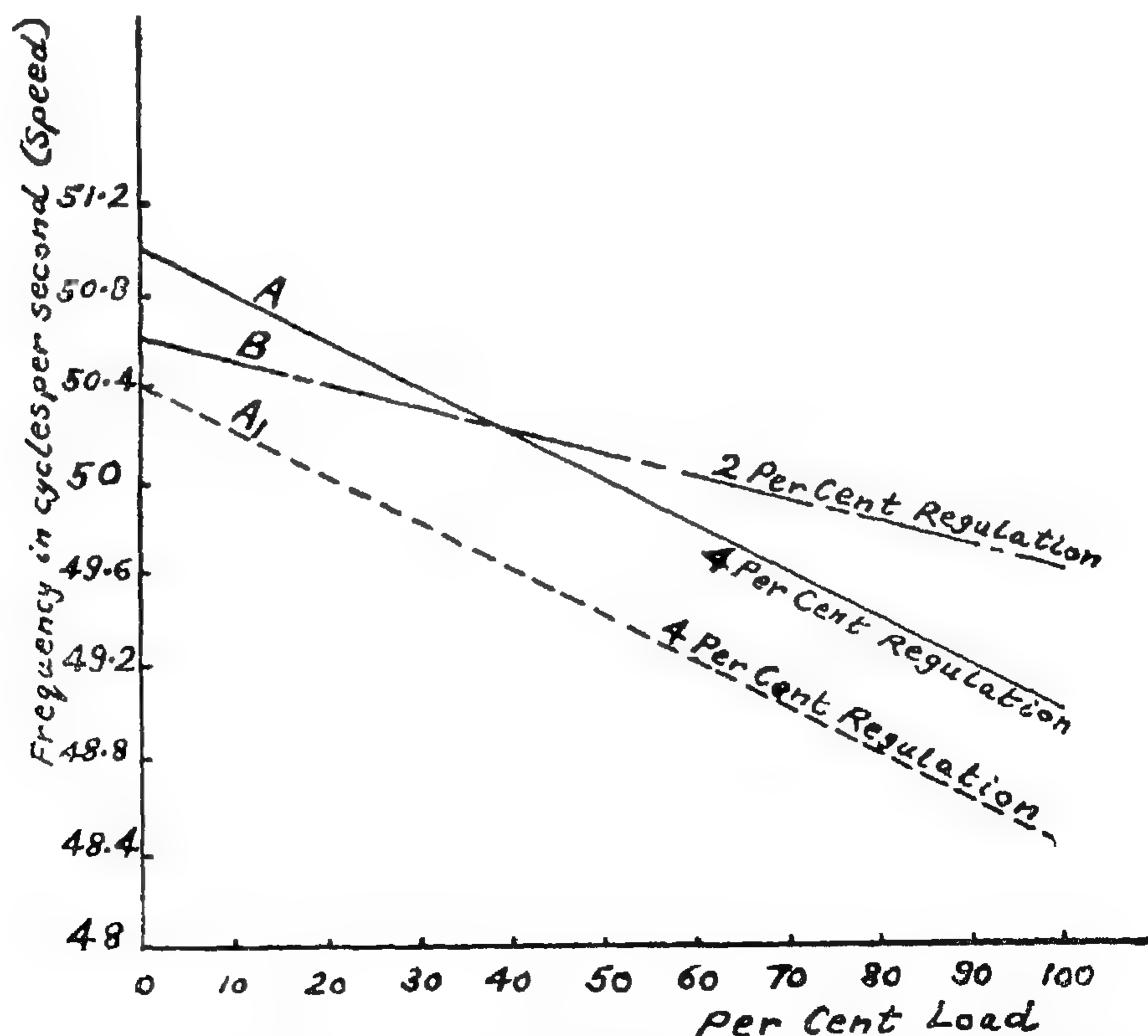


Figure 4. Characteristic curves of turbine governors, showing the relation between load and frequency (speed).



The control of system frequency and load depends upon the governors of the prime movers, since the regulation of frequency and tie-line load involves the regulation of the output of generators connected to the system, and this requires regulation of the power input to their turbines. If the speed of a generator rises or drops by a certain amount, the speed governor of the prime mover responds and changes the admission of energy to the machine in order to restore the original speed. Every change of admission of energy to the prime movers will involve a varied distribution of the electric power output of all the individual generators. In figure 2 the prime mover is shown coupled with a synchronous generator feeding a network and controlled in its speed by an indirectly acting governor with a valve-operating servomotor, as is usual with steam and water turbines.

Figure 3 shows the basic characteristic of a governor. With a given setting there is a definite relationship between turbine speed and the load being carried by the turbine which is shown graphically in figure 3 by the

speed-droop curve of a governor. If the load carried by the turbine decreases, the speed increases. For example, in figure 3, assume that the turbine runs at point A, a load of 75 %, and speed of 97 %. If the load drops to 50 % the speed rises to 98 % if the governor setting is not changed.

Relationship between speed and load can be adjusted by changing the governor setting, such as changing the spring tension in the fly-ball type of governor. In figure 3 the dotted line shows the new setting needed to carry the new load of 50 % at the original speed of 97 %. In practice this change in governor speed setting is done by remotely operating the governor-control motor from the switchboard. A turbine can be adjusted to carry any given load at a desired speed.

The effect of making an adjustment to the speed setting of a governor by means of the governor-control motor is to raise or lower the speed-droop curve parallel to itself. For example, if two generators have speed-droop curves like A and B in figure 4, curve A may

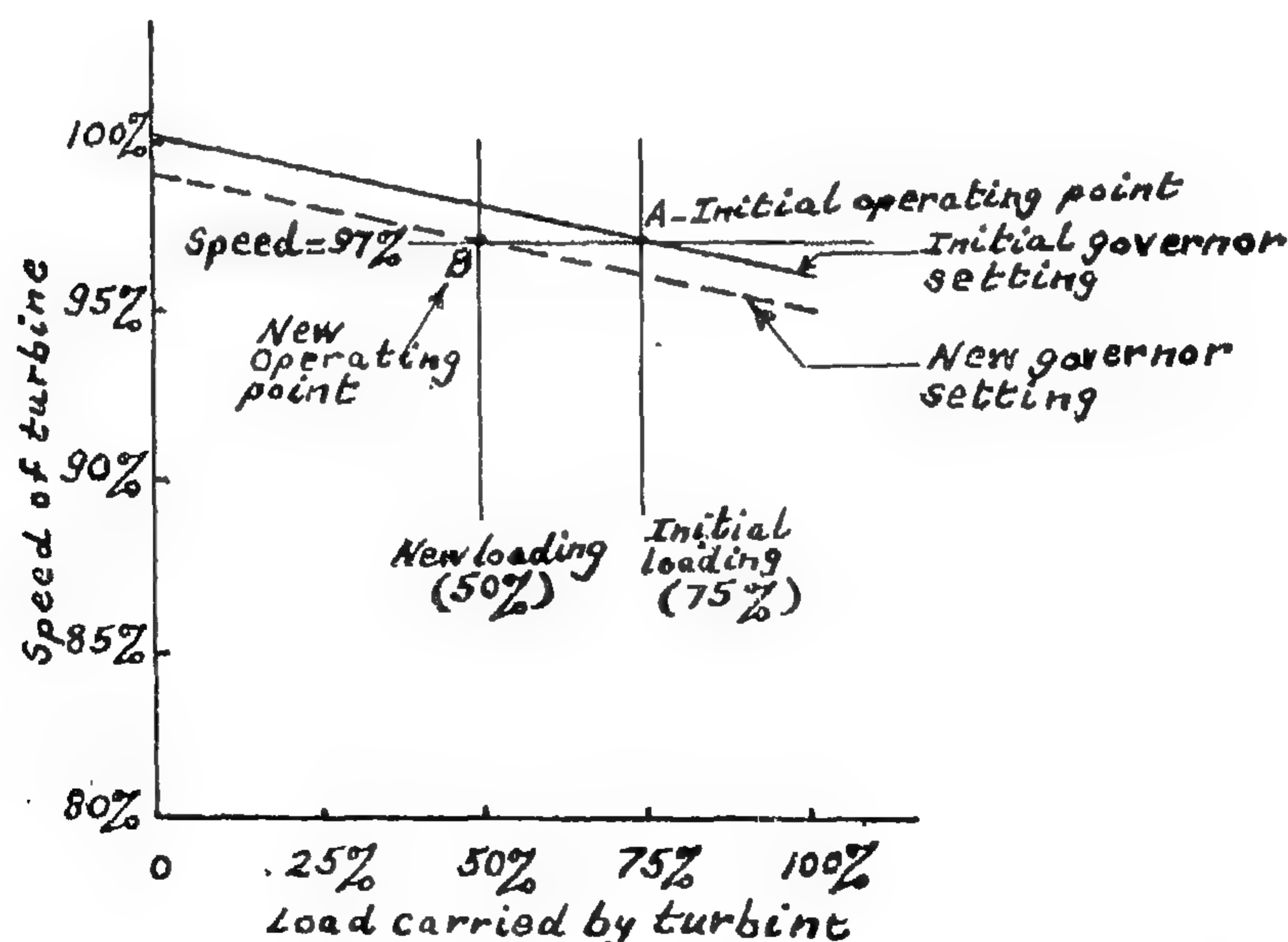


Figure 3. Basic characteristic of turbine governor, showing method for maintaining constant speed with a change in load.

from the line. Once a decision has been made to add or remove a machine from the line, the automatic dispatching system will load all operating units within a station economically within desired limits in response to a common

station incremental cost signal. It is not necessary to readjust any unit outputs manually because this is done automatically by the control system.

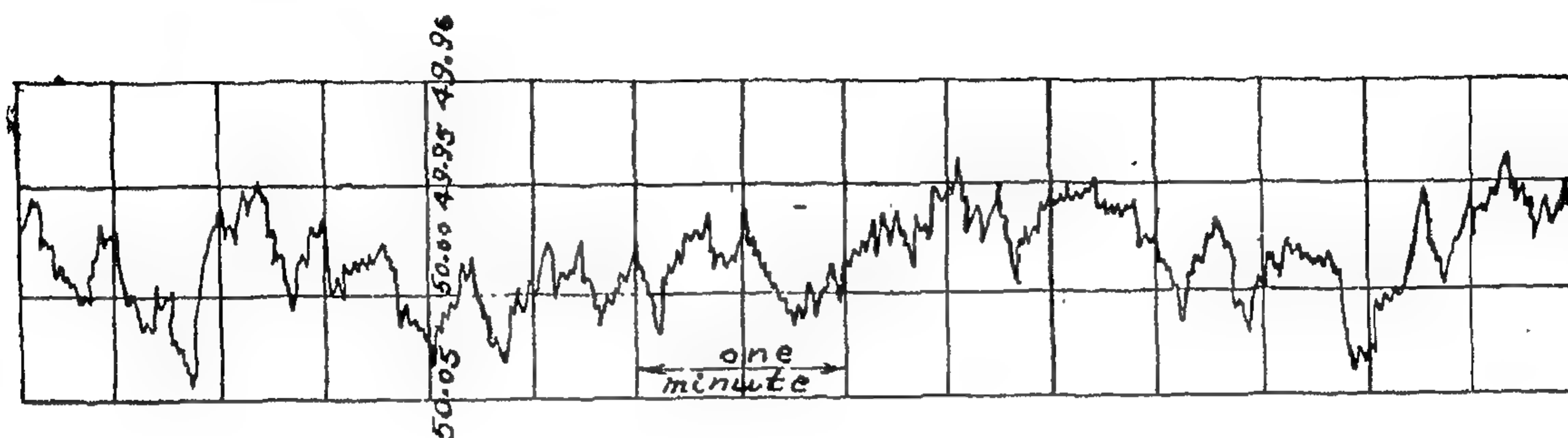


Figure 1. Copy of high speed chart of frequency of an electric power system for a 7.5-minute period.

### REGULATION OF FREQUENCY AND LOAD

One of the earliest problems encountered in the operation of interconnected electric power systems is the regulation of the transfer of power between one system and another, and closely related thereto, the regulation of frequency.

A typical normal frequency curve is shown

in figure 1 which shows the copy of a high speed chart of the frequency of an electric power system for a 7.5-minute period. It is clear from this frequency curve the variations from standard frequency. In the operation of a power system, the frequency of the system should remain approximately constant.

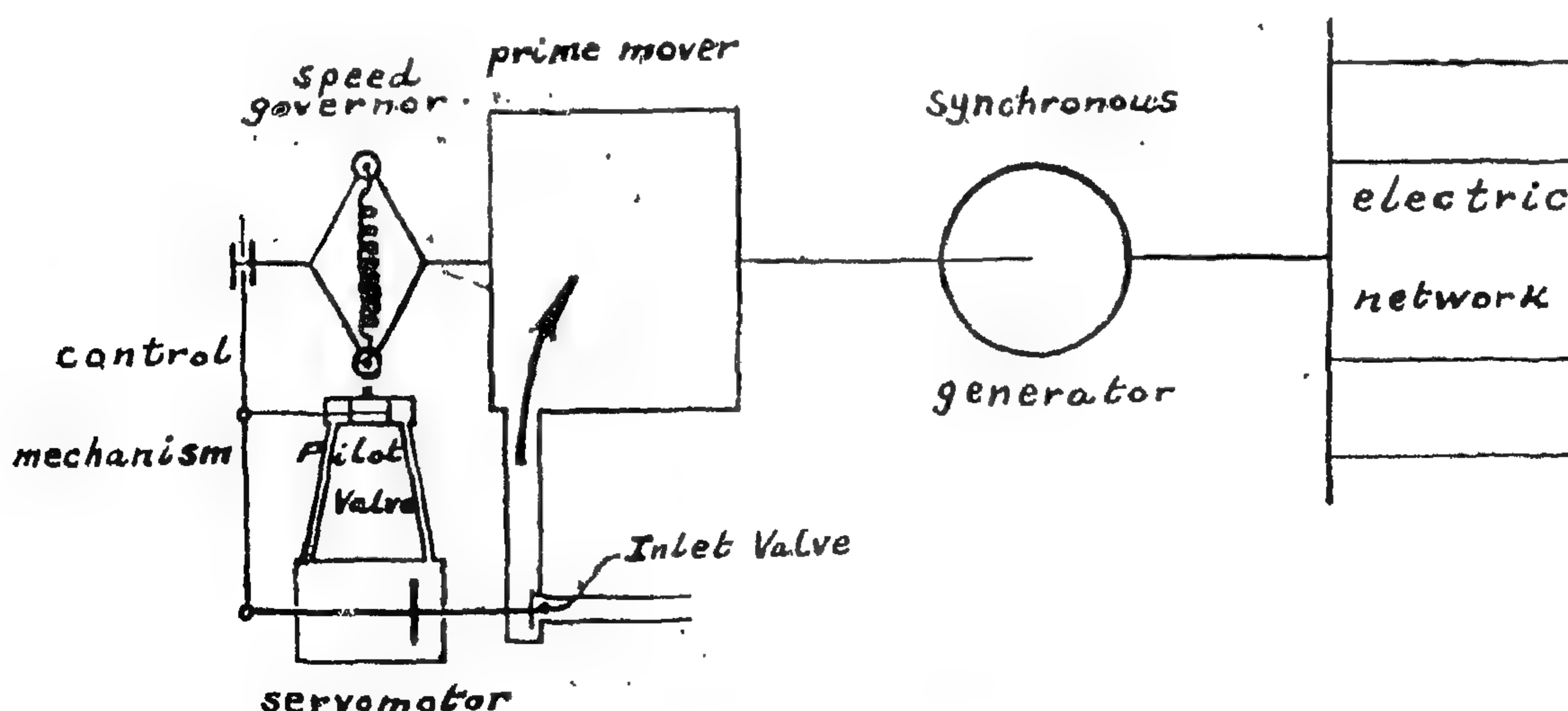


Figure 2. Prime mover coupled with synchronous generator feeding a network, showing schematic representation of speed-governing system.



### PURPOSES OF INTERCONNECTION

Interconnections may be made for one or more of the following reasons :

1. Transfer of power from system having a surplus to areas of shortage.
2. Diversity of loads on different systems.
3. Diversity of stream flow and storage facilities, affecting hydroelectric generation available in different areas.
4. Pooling of reserve generating facilities, with large savings in capital cost of standby generating capacity.
5. Greater reliability of service, and resources for emergencies.
6. Convenience in arranging outages of equipment for maintenance.

For example, water which would otherwise be spilled over the dam at some run-of-river plant might be used to permit storage of water at some other plant where storage facilities are available, which in effect transfers useable energy in the form of ponded water from one river to another which may be many miles distant ; or alternatively, that water may be used to save expensive coal at some distant steam plant; or conversely, steam generation

may be used to help out water-power areas in dry seasons. Diversity of loads and pooling of reserve capacity by interconnection make it possible to carry a greater total firm load on the combined systems than they could carry separately.

Control of some kind is necessary in order that the power transferred from one system to another over the interconnecting tie lines may conform to plans based on economic or contractual considerations. Tie-line load control is bound up with the control of frequency, since no one may be changed without affecting the other. Apart from its relation to load control, frequency demands close regulation on its own account; because many modern industrial processes with electric motor drives are dependent upon steady and accurate frequency.

On interconnected electric power systems, automatic frequency control is now almost universal, and automatic tie-line load control is becoming more and more extensively used. Where tie-line capacity or stability limits are critical factors, automatic tie-line load control is essential for the maximum utilization of line capacity.

### ADVANTAGES OF AUTOMATIC DISPATCHING

The recognized advantages of economic loading by automatic means has stimulated a new appreciation of the merits of automatic dispatching. Economic loading is based on the concept of power from all generation sources at equal incremental cost, a principle well recognized in the electric power industry. The automatic dispatching system performs functions that eliminate the need for detailed loading schedules which are normally required to attain this objective and, requires a minimum of attention from dispatchers and station operators. Furthermore, the timing of the operations involved in changing generation, as well as the checking of various operating conditions, is a duty that can be more efficiently handled automatically than manual-

ly. In addition numerous protective features can be included to trip the equipment off automatic control and permit manual control when power system troubles occur which are serious enough to cause excessive frequency or voltage change, or where some kind of control system failure occurs.

Increased system complexity in recent years has multiplied the burdens of system dispatchers and station operators. To relieve them of as much routine scheduling as possible, the automatic dispatching system provides an automatic control which will operate without continuous attention. It is not necessary to reset controls as either system load changes or as individual units are added to or removed



# AUTOMATIC ELECTRIC POWER DISPATCHING

*By*

Dr. Eng. MEDHAT ADIB NASR  
*Electrical Engineering Department,  
Faculty of Engineering, Cairo University*

## INTRODUCTION

The automatic dispatching operation begins with the automatic regulation of system frequency and tie-line interchange, extending through the practical methods of computing transmission line losses and station dispatch, to the end result of distributing load between various generators, and loading them on the basis of lowest incremental cost. Thus, the main objective of the automatic dispatching system is to initiate supplementary control to maintain frequency and net tie-line interchange by matching changes in load, within the system under control, with changes in generation. Moreover, sustained changes in generation to satisfy system load are execut-

ed in the most economical manner to achieve minimum practical fuel input using the accepted principle of loading to equal incremental costs of delivered power.

The increasing responsibility for accurate control as electric power systems grow, and savings to be gained by automatic economic loading, demand that careful consideration be given to the use of automatic dispatching control. Developments are now moving towards complete automatic control for electric power systems including allocation of generation, which result in better system economy as well as rapid elimination of frequency and tie-line deviations.

## PURPOSES OF THE DISPATCHING SYSTEM

During the past years, based on the economic analysis of electric power generation and distribution, large-scale co-operation has been introduced between countries in the field of power production and supply. By the interconnection of power generation and distribution networks, great systems are formed which control huge amounts of power.

The efficient utilization of such international systems, as well as the power plants of the individual countries themselves, necessitate permanent supervision by dispatching. Obviously, the respective control office must co-operate with the dispatching centres of the individual national power generation and distribution networks, i.e. with the control rooms of districts of certain capacities or even with the smaller power generating plants. Thus an

efficient electric power demand and supply control system is established, the main purpose of which is to respond readily to the varying demands of industry and other power consumers, maintaining, as far as possible, the most efficient operation of the whole involved power generation and distribution system.

Further purposes of the dispatching system are to distribute the power according to the transmission possibilities offered by the available lines, to plan the production of and demand for power in the future, according to experiences gained in the past, to ensure efficient co-operation between all the interconnected power generation networks and/or plants, and finally, in the case of a breakdown or accident, to ensure the quickest possible re-establishment of equilibrium in the electric power system.

Table (5) Spells of low wind at Mersa-Matrouh

Duration of spell		No. of spells											
		Jun.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec. Total
from	1-4 hours	20	24	24	24	7	22	23	16	11	5	25	27 228
	5-8	4	9	7	7	3	5	10	7	2	7	10	4 75
	9-12	—	4	4	3	6	5	4	7	4	7	2	2 48
	13-16	1	4	4	1	5	5	4	5	4	1	1	3 38
	17-20	—	1	—	4	11	3	1	5	6	5	2	1 39
	21-24	—	—	—	2	—	1	—	2	3	2	1	— 11
over	24 hours	2	1	—	—	2	1	—	—	3	2	2	2 15
Longest Spell :													
Duration in hours		45	34	16	24	42	37	18	23	90	34	48	41
Monthly period during which turbine stops.													
Period in hours		142	249	205	253	449	321	214	358	483	354	302	224 3554

Table (6) Percentage of usable energy that can be extracted by a propeller turbine at Mersa-Matrouh.

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Percent	99.7	96.4	97.6	96.3	72.2	90.3	94.8	86.6	69.8	85.8	96.2	98.1

*Recommendations :*

There is ample wind power on the Red Sea coast and thus more than adequate justification for making use of it. A detailed investigation must be made into the exact amount of power likely to be available there. In the programme of the development of wind machines one is always confronted with many difficulties some of which are of an unexpected nature, therefore when and not until sufficient experience has been gained with a pilot plant that it will be possible to solve the long list of mechanical or electrical problems and introduce the necessary modifications to

suit local conditions before the practical propeller wind turbine can be produced to be installed along the Red Sea coast.

Because the supply of energy is depending on the wind it will be intermittent, thus the storage of energy constitutes a major problem. In finding suitable methods for storing energy, new techniques may be evolved. Three valuable informations obtained from operating the pilot plant will be its annual output, its degree of reliability and the choice of the method of storage on an economical base.



during winter time. There are only eight of these stretches that lasts for more than one complete day, 5 of them are during winter time. The whole number of hours in the year during which the wind turbine stops are 2048 hours which constitutes about 23% of the year. If a critical speed of 8 Km/hr is chosen below which any turbine will yield no appreciable power, i.e. the calculated ideal usable energy will represent the maximum possible energy that can be extracted from the wind there, the monthly percentage of this amount as can be extracted by an ideal propeller turbine with a cut in speed of 16 km/hr is given in table (4) with percentages lying between 93.8 and 100 %. This shows that the so said disadvantage of the high cut in speed for this type of turbine is not a real snag that can hinder the use of a propeller turbine at a site like Hurghada.

For comparison with one of the windiest stations on the Northern Coast namely Mersa-Matrouh, corresponding values are given in table (5) showing the frequencies of occurrence of continuous stretches of spells of low wind below 16 km/hr. The longest period during which the wind speed continued to be below 16 km/hr. is 90 hours and this took place in September. The number of these stretches that lasts for more than twelve hours are 103, twenty five of them are during winter time and the stretches that lasts for more than one day are 15, seven of them are in winter. The whole number of hours in the year during which the turbine stops are 3554 hours which are about 40% of the year. The monthly percentages of the ideal usable energy with a critical speed 8 km/hr. extracted by a propeller turbine are shown in table (6) with percentages lying between 69.8 and 99.7%.

Table (3) Spells of low wind at Hurghada

Duration of spell	No. of spells												Total
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
From 1-4Hours	13	19	18	17	23	13	14	24	9	16	21	21	208
5-8	4	7	8	5	7	5	3	5	4	3	6	6	63
9-12	2	3	3	1	3	4	2	1	1	2	6	—	28
13-16	1	—	1	1	3	2	3	1	—	2	2	3	19
17-20	1	1	1	—	—	2	2	1	—	—	1	1	10
21-42	—	1	—	2	2	—	1	—	—	—	—	—	6
Over 42 Hours	2	—	—	2	—	—	—	—	1	—	1	2	8
Longest Spell :													
Duration in hours	60	21	19	100	24	20	21	20	25	15	25	46	
Monthly period during which turbine stops													
Period in hours	195	158	146	277	206	165	177	125	75	95	211	218	2048

Table (4) Percentage of usable energy that can be extracted by a propeller turbine at Hurghada.

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Percent	98.6	98.2	100	97.9	97.8	99.9	99.9	90.1	99.9	93.8	97.0	98.4



Table (2) Average daily volume of fresh water.

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Vol. m <sup>3</sup>	523	558	572	573	531	620	863	183	678	191	253	339	490

ly towards the afternoon. This is suitable for the purpose of converting sea water into fresh water to cover the daily requirements of normal living. The high values of wind-speed occurs in the morning hours when the need for water is high. The wind regime for Mersa-Matrouh is shown in Fig. (4). The ratio " $\alpha$ " is here having its maximum at noon and there are only two periods (1) from Nov. to March and (2) from April to Oct., the first having its minimum at 6 p.m.; and the second at 9 p.m. this will be suitable for a wind turbine used for pumping water from underground for irrigation purposes; for the period (1) during winter short days high values of " $\alpha$ " occurs in the range 6 a.m. to 3 p.m. and for the period (2) during long summer days, high values of " $\alpha$ " occurs in the range 5 a.m. to 6 p.m.

#### *Spells of low wind :*

The propeller turbine that is suggested to be installed at the selected sites has the disadvantage of a high cut in speed. Even though with this difficulty Hurghada shows to be one of the most dependable stations. This is clear from table (3) where frequencies of occurrence of continuous stretches of such spells where the wind speed is below 16 Km/hr. are counted from the hourly wind speeds for the year 1968. These values are grouped into spells of 1 — 4, 5 — 8, 9 — 12, 13 — 16, 17 — 20, 21 — 24 hours and more than 24 hours. The longest period during which the wind speed continued to be below 16 Km/hr is 100 hours and this took place in April. Only 43 of these stretches which lasts more than half a day occur during the whole year, 18 of them are

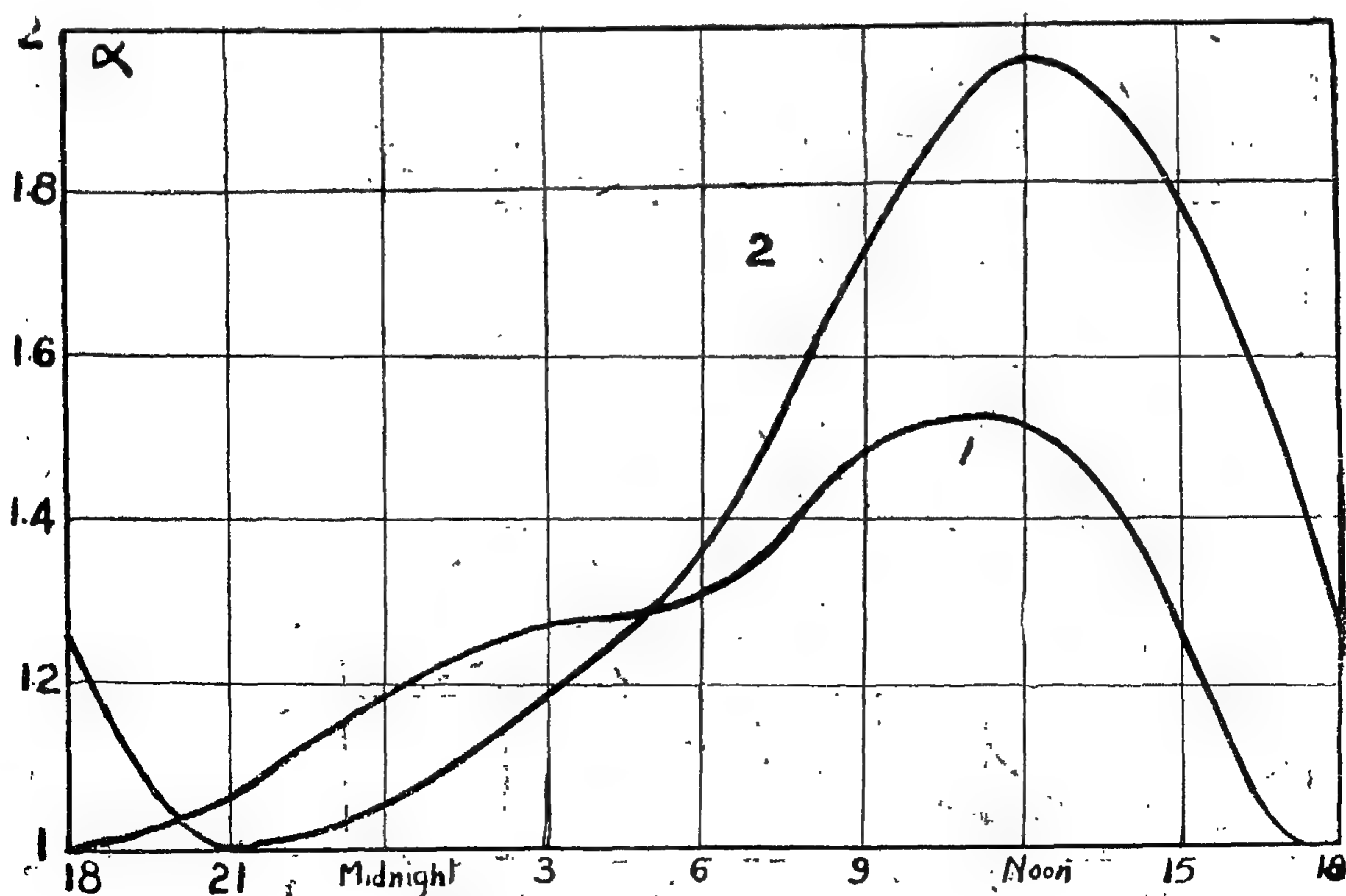


Fig. 4. — Wind regime at Mersa Matrouh

Table (1) Daily theoretical volume of water obtained by a propeller turbine of a swept area 100 m<sup>2</sup> placed at Hurghada.

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sep.	Oct.,	Nov.	Dec.
1	212	501	1054	98	—	244	201	239	1216	269	—	—
2	322	570	813	—	—	89	181	163	1101	550	119	560
3	645	1589	108	—	979	421	373	—	447	474	181	438
4	288	1101	1303	2356	1735	1268	880	—	150	413	196	163
5	181	540	826	1024	108	1321	679	—	456	159	163	—
6	397	138	—	119	269	601	511	—	656	130	181	—
7	222	—	—	656	—	373	222	—	122	196	212	373
8	269	—	—	775	269	465	308	—	—	105	456	98
9	1117	—	—	1528	—	239	570	—	813	206	763	474
10	288	—	866	813	322	244	788	—	853	936	146	95
11	336	852	1470	130	281	102	465	—	922	520	288	105
12	—	840	2278	—	530	115	1101	108	726	172	—	98
13	—	—	1890	623	92	115	1413	—	826	126	—	—
14	—	501	294	177	—	474	979	—	1200	257	—	—
15	322	690	81	—	122	1572	1268	322	511	263	365	—
16	1009	81	894	994	813	381	2278	159	1134	397	365	—
17	1303	126	667	1451	447	483	2546	—	1692	430	150	438
18	880	1054	186	—	—	880	2102	365	1413	102	397	1086
19	690	397	228	177	206	122	950	222	1166	—	269	623
20	994	343	186	750	—	294	570	—	702	—	—	1251
21	1183	954	322	738	—	—	591	315	1321	—	—	—
22	89	—	154	—	601	201	922	591	702	—	601	358
23	—	322	217	—	2176	1913	1735	738	714	115	570	2078
24	994	1609	788	1101	1959	2151	1959	288	83	—	679	750
25	580	667	405	894	994	1183	1233	89	177	—	389	329
26	750	430	979	483	750	826	196	275	206	—	447	601
27	690	373	520	501	994	965	—	580	201	89	329	89
28	405	1959	430	979	413	560	108	89	269	—	201	—
29	813	—	483	813	813	634	530	—	301	—	130	—
30	591	—	185	—	1251	358	702	421	269	—	—	239
31	634	—	108	—	329	—	397	714	—	—	—	257

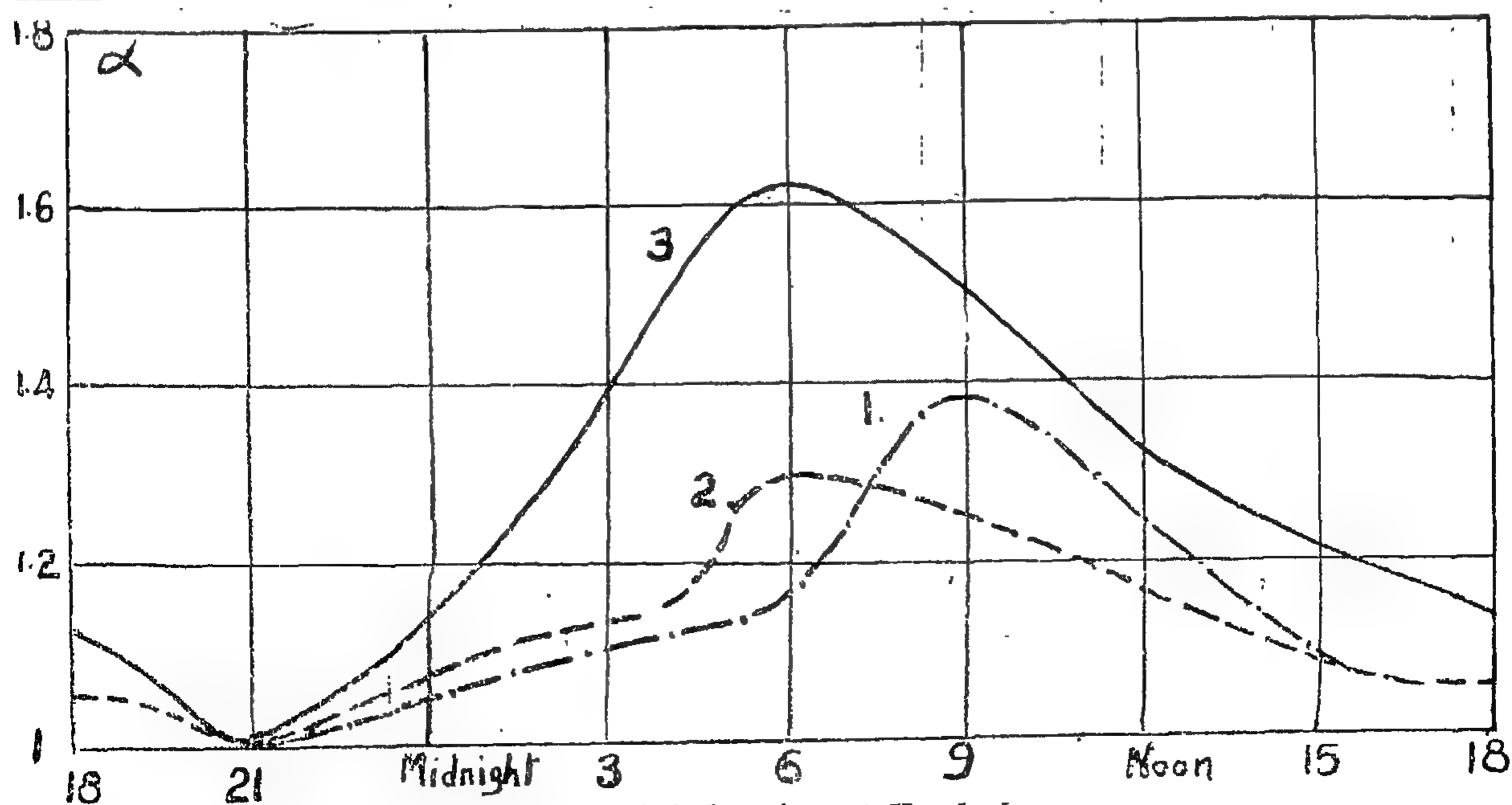


Fig. 3. — Wind regime at Hurghada



frequencies of occurrence of different speeds for the year 1968, the annual velocity duration curve is drawn in Fig. (1). This curve will give the number of hours in the year when speeds exceeding different values are reached. The cube of these velocities will be a representative of the annual energy output over the operating range of wind speeds. The velocity duration curve of Mersa-Matrouh is shown in Fig. (2) for comparison bearing in mind that the mean wind speed in Hurghada is 22 Km/hr and that in Mersa-Matrouh is 19.5 Km/hr. Since the velocity duration curve will define the relation between the specific output for a given operating range and the mean wind speed, it is clear then that Hurghada is a promising station when the intelligent designer best chooses the rated wind speed that suits the wind regime at this site. For a smaller specific output for a certain mean wind speed, there is the advantage of a higher rated wind speed that a given power capacity for the machine can be obtained with a smaller motor.

#### *Estimated energy output at Hurghada :*

Using the frequencies of occurrence of different speeds for one of the windiest years (1967), the ideal energy (with a power coefficient = .595) are calculated in K.W.H. for a propeller type wind turbine with a swept area = 100 square meters. The daily values of energy are used to calculate the theoretical quantity of water that can be obtained by salt removal from sea water. If the theoretical energy required for salt water purification is

taken to be .97 K.W.H. / m<sup>3</sup> of fresh water produced from sea water, the daily theoretical volume of water obtained by the propeller turbine are shown in table (1). The daily values are given so as to compare the daily and monthly averages and the average daily output for the whole year. The average daily output for each month is shown in table (2). The largest output is in July and is quite high from January to July. The lowest quantity of water is 81 m<sup>3</sup> taking place on 15th. March and the highest is 2546 m<sup>3</sup> taking place on 17th July. As compared with the mean yearly value of 490 m<sup>3</sup>, it can be stated that the problem of storage is not acute. Fresh water can be stored in tanks of moderate size for use when needed.

#### *Wind distribution in time during the day*

In finding how the wind speed is varying during the whole day, the wind speeds were obtained from the Meteorological Department for the years 1952 to 1968. These values are the mean monthly speeds for every three hours during the day : at night, 3, 6 and 9 a.m., at noon, 3, 6 and 9 p.m. The ratio "x" of the wind speed during the whole day and its minimum value is calculated. This gave an allowance for the approximate grouping of the wind regime during the day into three periods as shown in Fig. (3) : (1) from Nov. to Feb. (2) from March to June and (3) from July to Oct. These periods have a common factor that the minimum value of wind speed is occurring at 9 p.m. The highest value of "x" during the period occurred at 6 a.m. for two of these periods and at 9 a.m. for the third period decreasing gent-

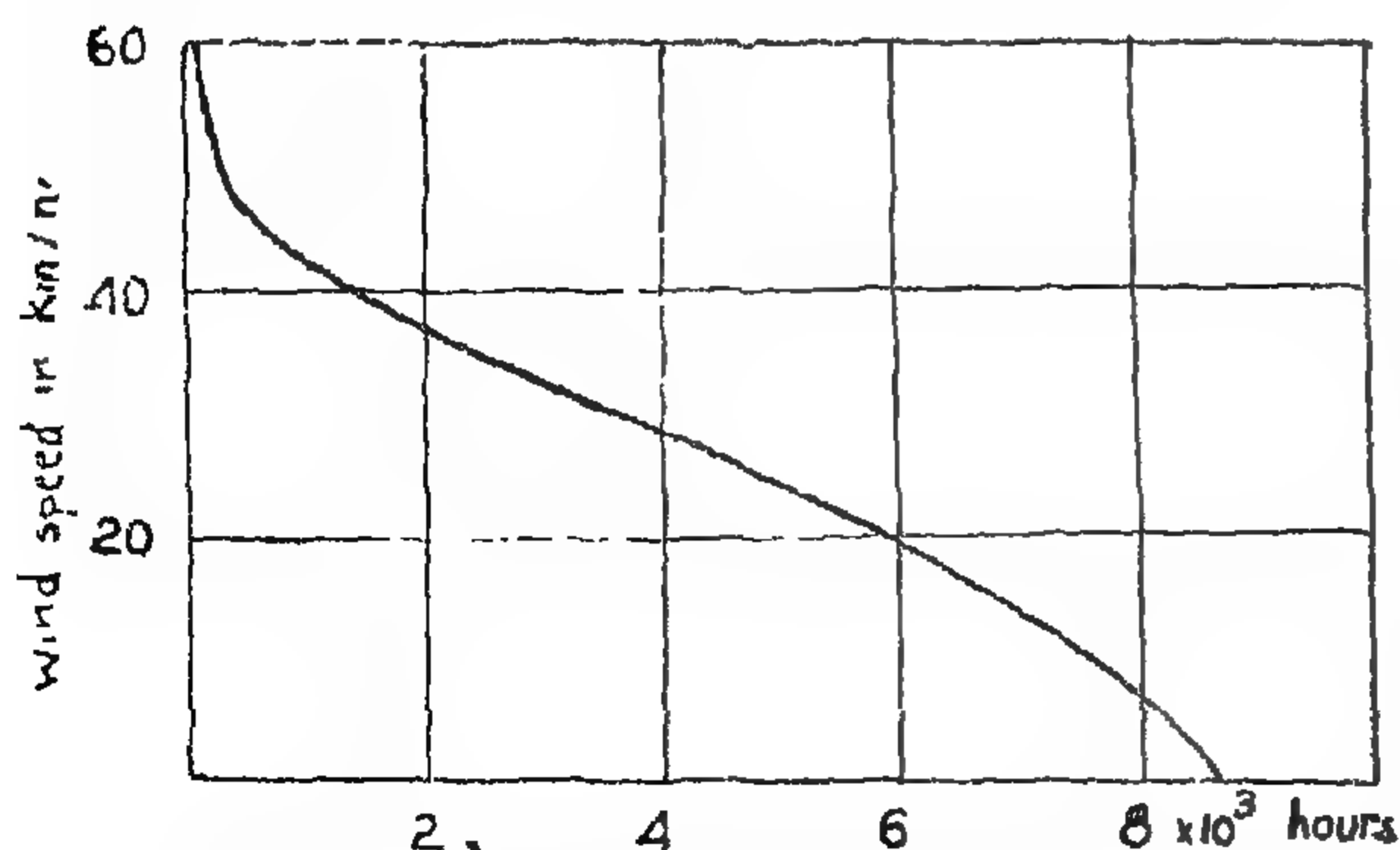


Fig. 1. — Hurghada velocity duration curve.

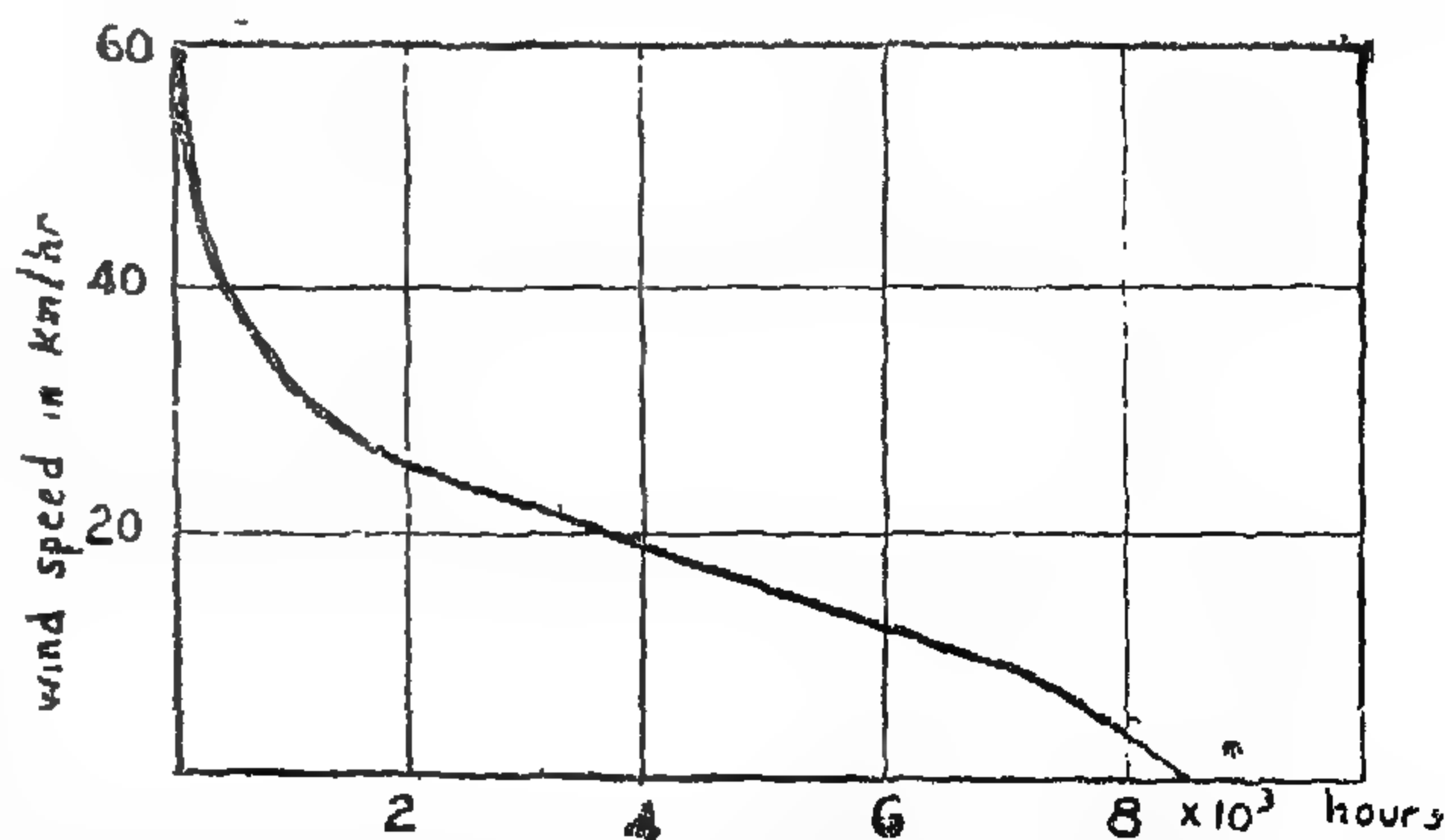


Fig. 2. — Mersa Matrouh velocity duration curve



# «A PROJECT OF A WIND POWER GENERATING STATION OF THE RED SEA COAST»

*By*

M.F. ABDEL AZIZ, Ph.D.,  
*Asst. Prof., Faculty of Engineering,  
Cairo University.*

## SUMMARY

The energy that can be obtained from an ideal wind turbine at Hurghada on the Red Sea coast is calculated and is compared with the energy that can be obtained at a selected site on the Northern Coast namely Mersa-Matrouh one of the windiest stations there. It is found that Hurghada is a dependable place for wind power generation. As the turbine to be used is going to be of the propeller type; a study for the frequencies of low wind chosen to be 16 Km/hr is made to check the dependability of the wind as a source of power. The velocity regime during the day and night is grouped in three periods during the year showing a minimum for the speed to occur always at 9 p.m. and a maximum varying between 6 and 9 a.m. This is most favourable for the purpose for which the turbine is to be installed. Wind power cannot make any contribution to the arid areas need for energy until a pilot plant be erected in site when the results for a one year run is expected to give an answer for all questions. A long term programme will therefore be needed to gain a good deal of information which will also be useful to industry.

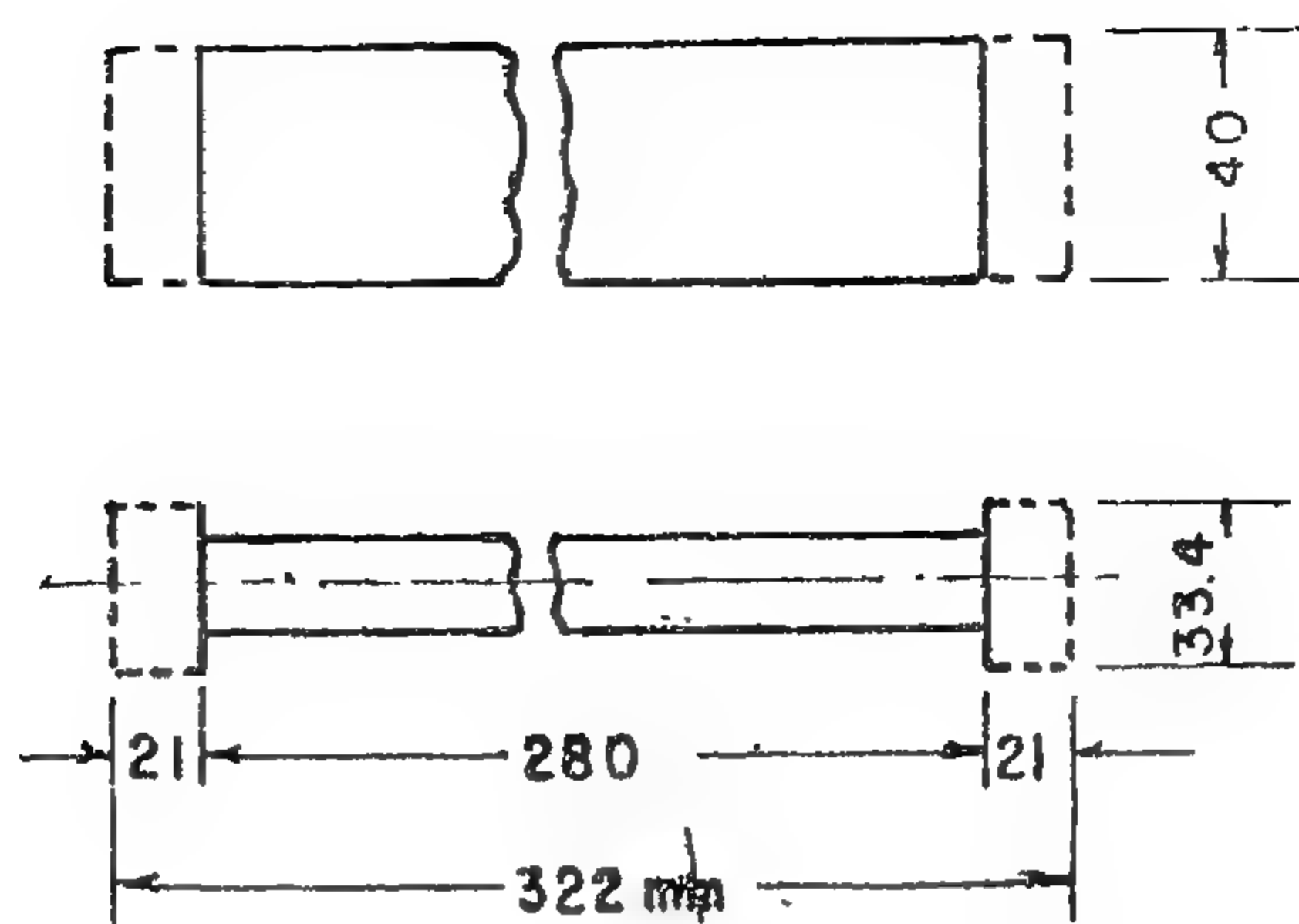
### *Introduction .*

The world is now driving towards the opening of arid areas for large scale settlement, the U.A.R. is no exception of that, but the shortage of water in these areas of moderate climate with little or even no rainfall around the year makes living there impossible. The formation water found in the areas along

the western coast of the Red Sea are unusually saline while springs in the area are scarce. The provision of fresh water to cover the daily requirements of the inhabitants to live there is not an easy matter. For the isolated locations near the sea, salt water purification is often much more economical than the transportation of fresh water to these sites. The problem of desalting is closely related to the problem of energy supply. There is no uncertainty about the vast quantity of energy in the wind with which we can benefit of for salt water purification. One of the most favourable sites for wind power utilisation is Hurghada on the Red Sea coast. This place is selected as an example of a site on the Red Sea coast for studying the possibility to install a propeller type wind turbine there for the purpose of using its energy output to convert the salt water into fresh water.

### *Velocity duration curve :*

The most important factor to be considered before proceeding with the installation of a wind turbine is to have an hourly record of the wind speed at this site. This is because the estimate of the output of the wind machine on the base of the mean monthly wind speed cannot be considered a good enough index. The hourly values of wind speed at Hurghada and at Mersa-Matrouh a station used for comparison are obtained for the year 1968 from the Meteorological Department together with the mean daily wind speed for the last ten years (1959—1968). With the

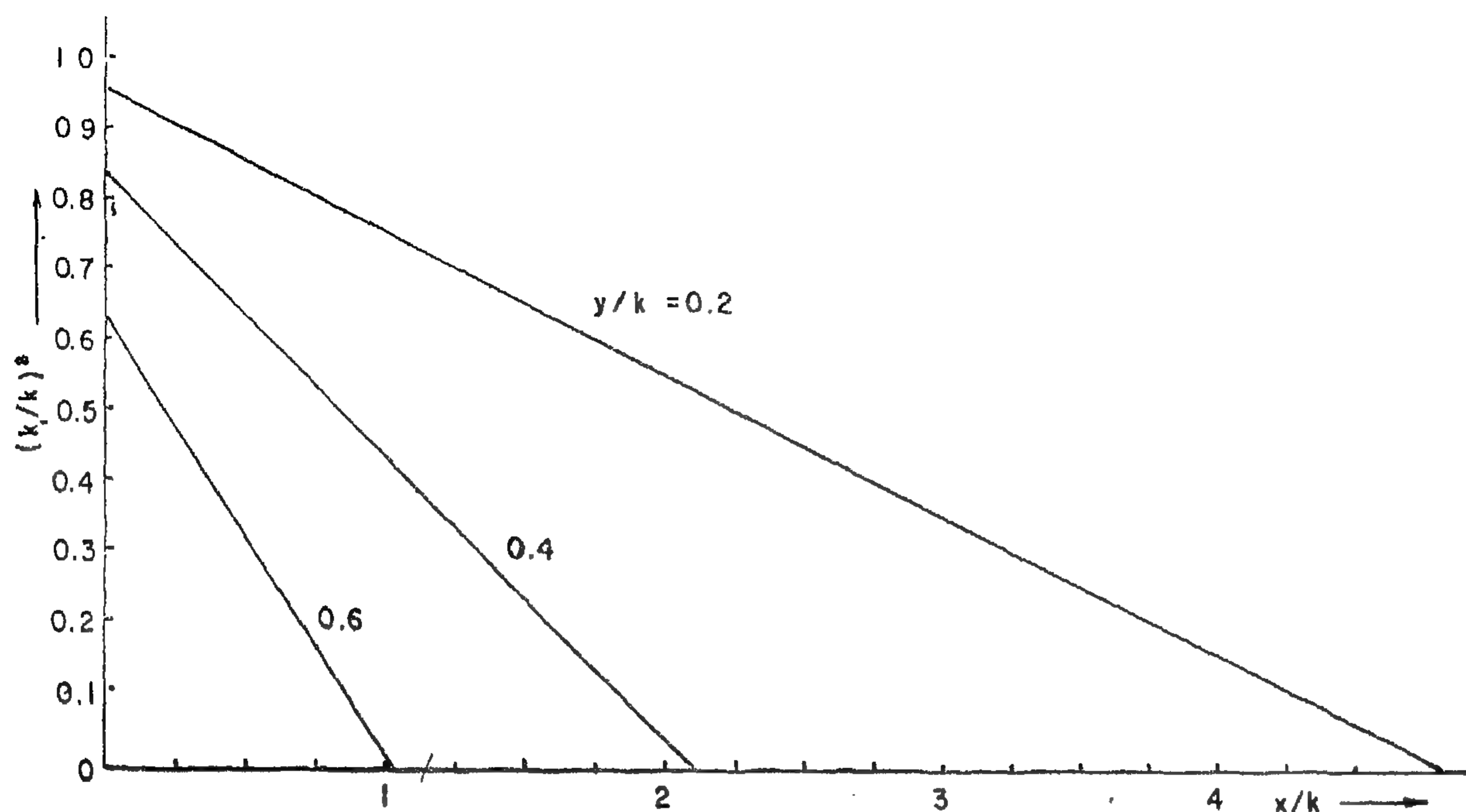


(Fig. 10)

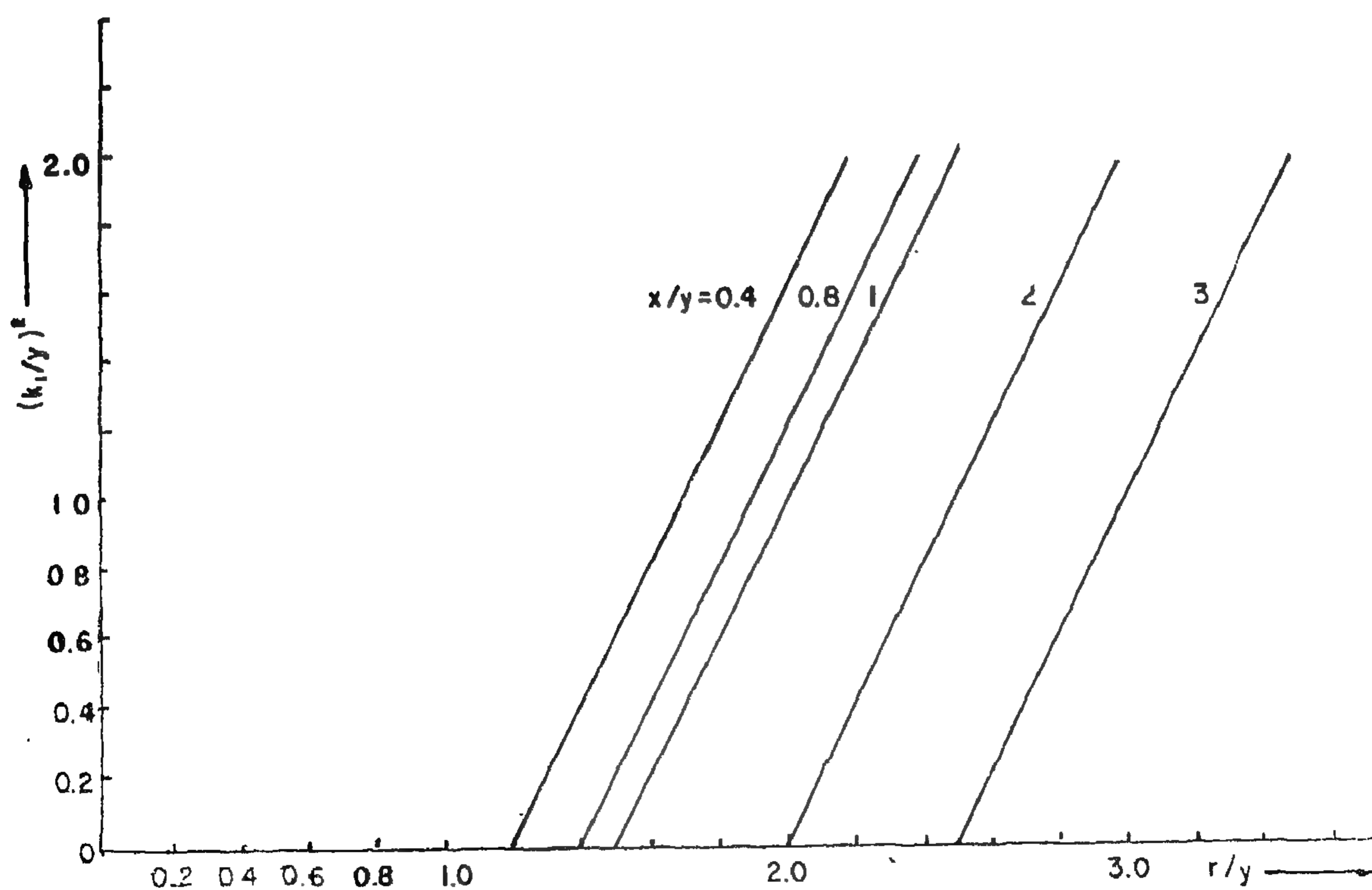
## REFERENCES

1. Hartman J.B., Dynamics of Machinery, McGraw Hill, 1956.
2. Shigley J.E., Dynamic analysis of machines, McGraw-Hill, 1961.
3. Hannah J., Mechanics of Machines, Edward Arnold London, 1963.
4. Bevan, T. The Theory of Machines, Longmans, Lond., N.Y.,
5. Berkof, R.S. and Lowen G.C. "The new method for completely force balancing simple linkage" Trans. ASME, J. of Eng. for Ind., Vol. 91, Feb. 1969.
6. Joseph Ku, Trans. ASME. J. of Eng. for Ind. Vol. 91, Feb. 1969.



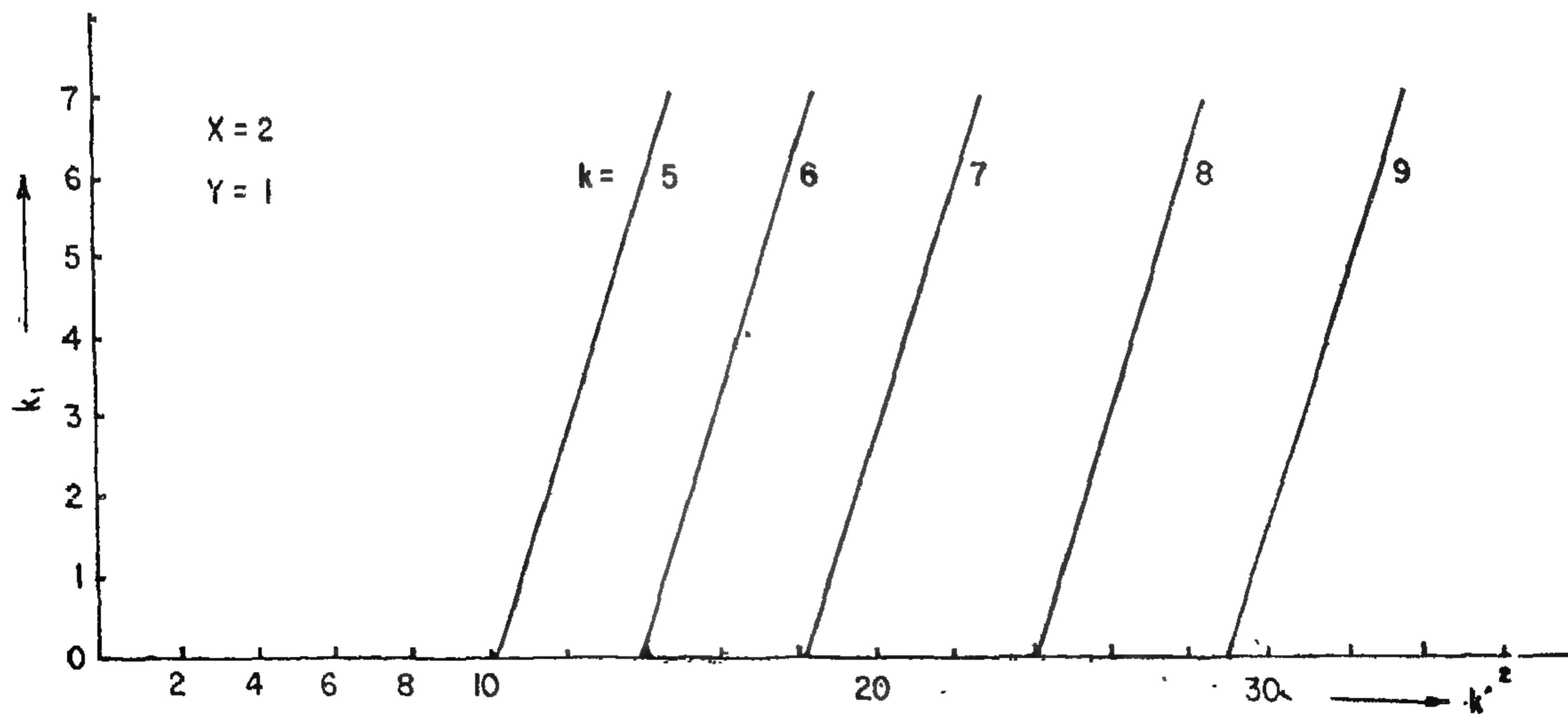
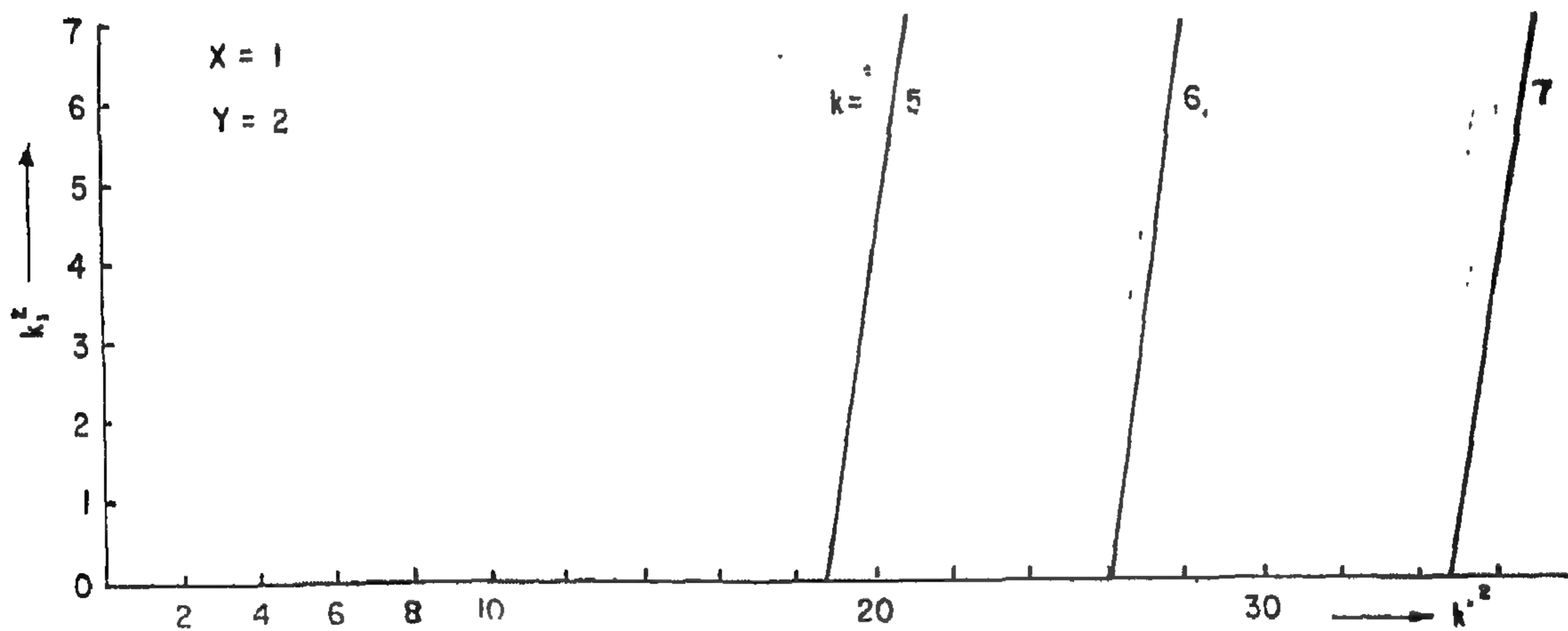
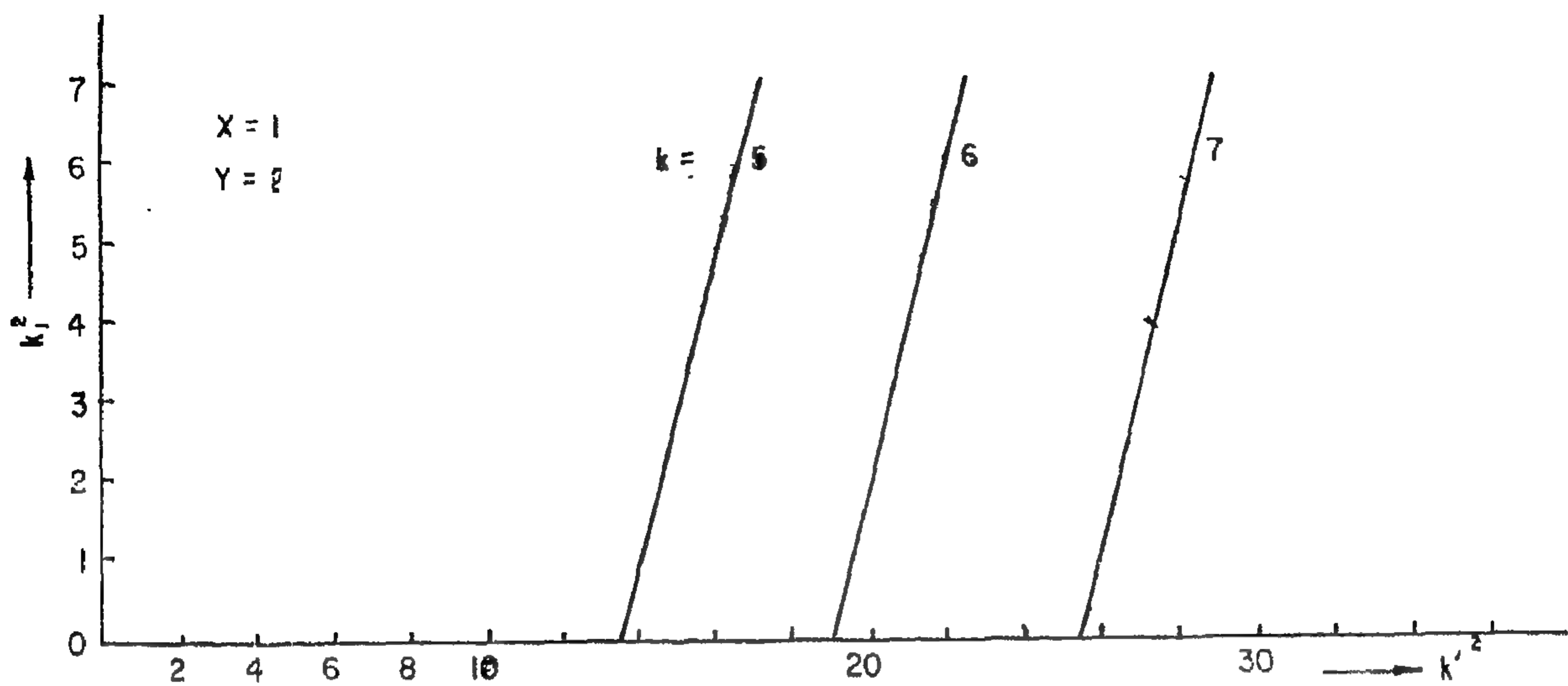


(Fig. 8)



(Fig. 9).





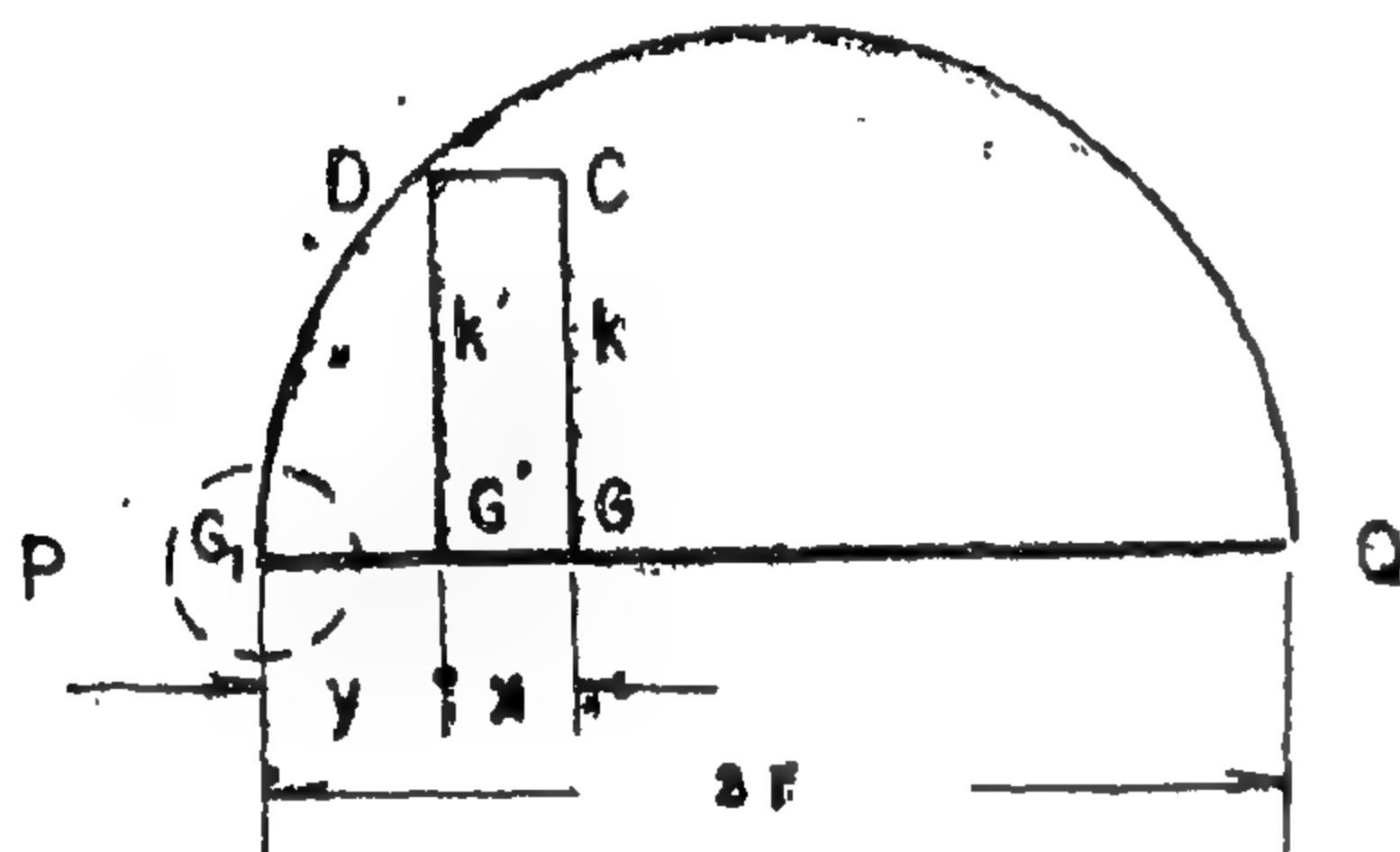
(Fig. 7)

Substituting in III, it will be reduced to

$$\left(\frac{k_1}{k}\right)^2 = 1 - \frac{xy}{k^2} - \left(\frac{y}{k}\right)^2 \dots\dots\dots (IV)$$

Also, if  $G_1$  coincides with  $P$  fig. (6), then  $k^2 = y(2r-y)$ , and (IV) will be reduced to

$$\left(\frac{k_1}{y}\right)^2 = \frac{2r}{y} - \frac{x}{y} - 2 \dots\dots\dots (V)$$



(Fig. 6)

For the above special cases,  $k_1$  can be determined from IV and V or from figs. 7 and 8.

To get read values for  $k_1$  from (IV),  $k^2 > y(x+y)$  and from (V),  $2r > (x+2y)$

#### Illustrative example :

A uniform link of rectangular cross section  $20 \times 40$  mms, length 280 mms, distance between centers  $PQ = 200$  mms.

a) Applying relation (1)

For $\frac{M}{m}$	4	3	0.2
$k_1$ , cms	15.2	14.1	10.3

b) Applying relation III, taking  $x = 1$  cms

For $\frac{M}{m}$	4	3	0.2
$k_1$ , cms	14.4	13.6	10.25

c) Apply relation V,  $m = 1.38 M$ ,

$$k_1 = 4.95 \text{ cms.}$$

Modifications in the link.

For  $\frac{M}{m} = 4$ ,  $k_1 = 15.2$ , can be attained by modifying the link to the dimension shown in fig. (10).

#### Note :

For this link, it is also possible to change the radius of gyration from 8.15 to 10 cms, keeping the cross section constant, by altering its length from 280 mms to 344 mms and in

this case the ratio  $\frac{M}{m} = 4.38$ .

#### Conclusion :

From the above analysis, it is clear that with this new method it will be possible to make complete balance for the floating link in the four bar mechanism having turning pairs by rotating masses only and thus complete balance for the mechanism can be done with rotating masses, when the driving and driven links are rotating with constant speeds, e.g. locomotive coupling rod, and if one them is rotating with variable speed there will be an inertia couple to be added to the couple acting on it. In such a case the application of this method depends on the effect of this new inertia couple on the input or output couple.

Also from the series of curves shown in Figs. 3, 7, 8 and 9, it is clear that the necessary modifications required in the shape and mass of the floating link will be minor changes in some cases, while in other cases they will be major modifications, but obviously the application of the method depends on the extent of the severity of the forced vibration of the frame.

4. — Changing the radius of gyration of the link from  $k$  to  $k'$  can be attained by modifying the shape of the link and adding a certain mass with a certain radius of gyration  $k_1$ . The magnitude of the mass to be added and its radius of gyration, i.e. its shape, can be determined from the following relations :—

Referring to Fig. (2).

$$\therefore I' = I + I_r$$

$$(m + M) k'^2 = Mk^2 + mk_1^2$$

$$\therefore \left(\frac{k_1}{k}\right)^2 = \left(1 + \frac{M}{m}\right) \left(\frac{k'}{k}\right)^2 - \frac{M}{m} \dots (1)$$

Notes :

1 — For any suitable ratio of  $\frac{M}{m}$ ,  $k_1$  can be determined from (1) or from Fig. (3).

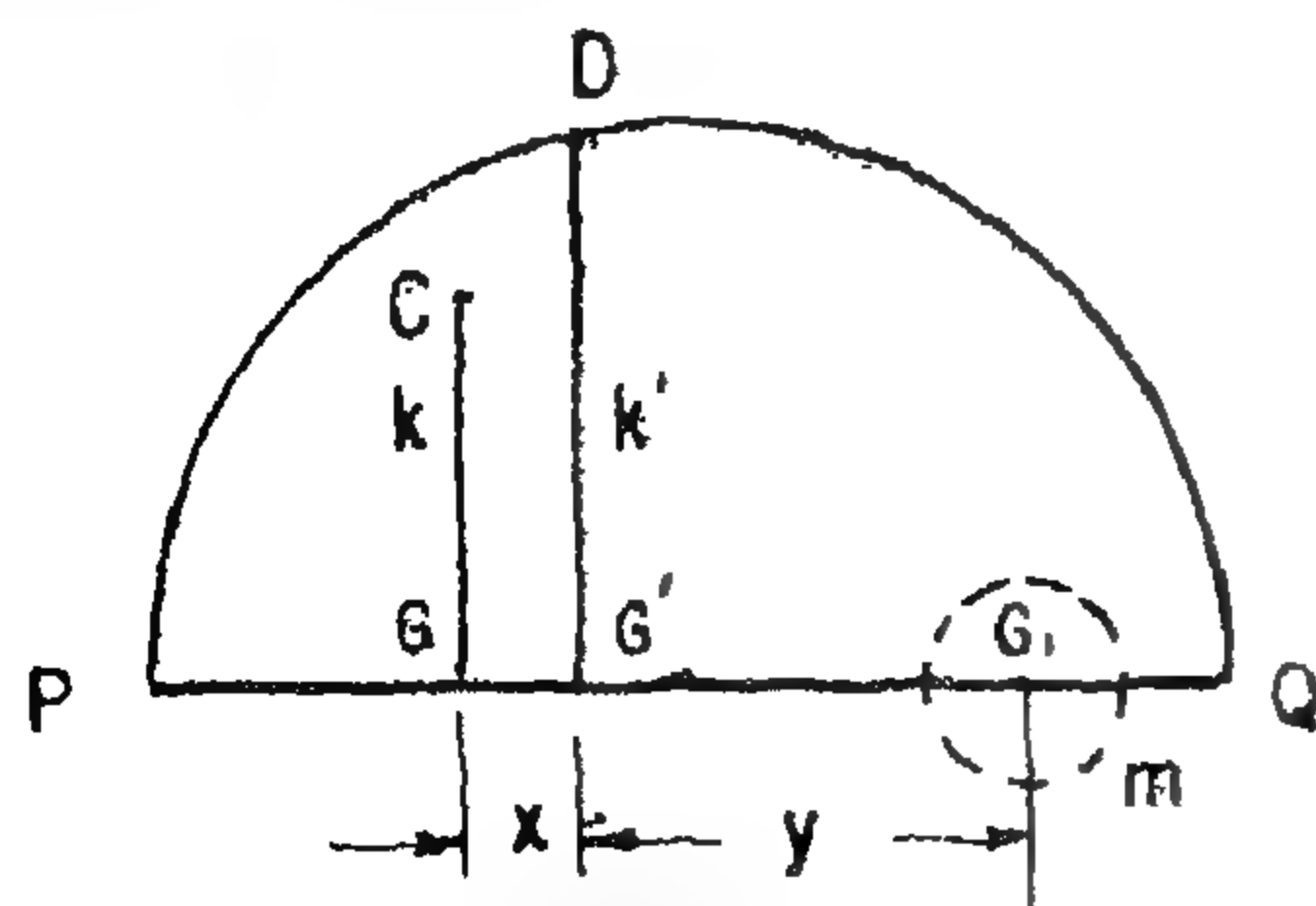
2 — When  $\frac{k'}{k} < 1$ , to get a real value for  $k_1$ ,

$$\text{the ratio } \frac{m}{M} > \left[ \left(\frac{k'}{k}\right)^2 - 1 \right]$$

When  $\frac{k'}{k} > 1$  any ratio  $\frac{M}{m}$  will give a real value for  $k_1$ .

B — Applying the method and altering the position of the C.G. of the link.

5 — The mass can be added to the link with its C.G. at any suitable point on the axis of the link, and in this case the magnitude of the mass and its radius of gyration can be determined from the following relations :— Referring to Fig. (4).



(Fig. 4)

Take points  $G'$  and  $G_1$  at any arbitrary suitable distances  $x$  and  $y$ , then  $G'D$  will represent  $k'$ .

The mass  $m$  can be determined from the relation

$$m = \frac{x}{y} M \dots\dots\dots (11)$$

and the radius of gyration  $k_1$  from the following :—

$$\therefore I' = I + Mx^2 + I_1 + my^2$$

$$(m + M) k'^2 = Mk^2 + Mx^2 + mk_1^2 + my^2$$

substituting for  $m$  from (11).

$$\therefore k_1^2 = \left(1 + \frac{y}{x}\right) k'^2 - y \left(\frac{k^2}{x} + x + y\right) \dots\dots\dots (III)$$

Notes :

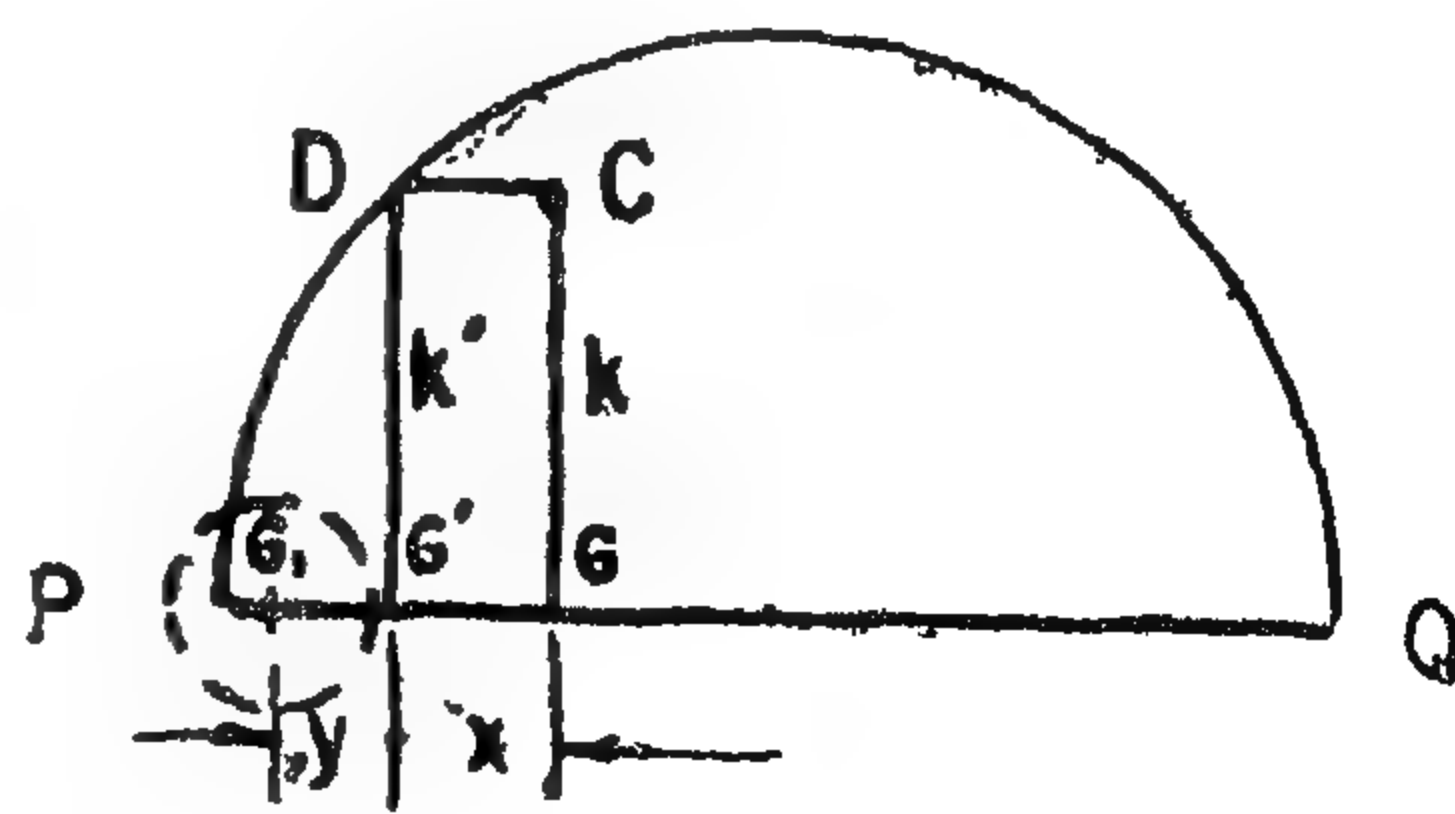
1 — The value of  $k_1$  can be determined from III or for certain values of  $x$  and  $y$  can be determined from Fig. (7).

2 — For real values of  $k_1$ ,

$$\left(1 + \frac{y}{x}\right) k'^2 > y \left(\frac{k^2}{x} + x + y\right)$$

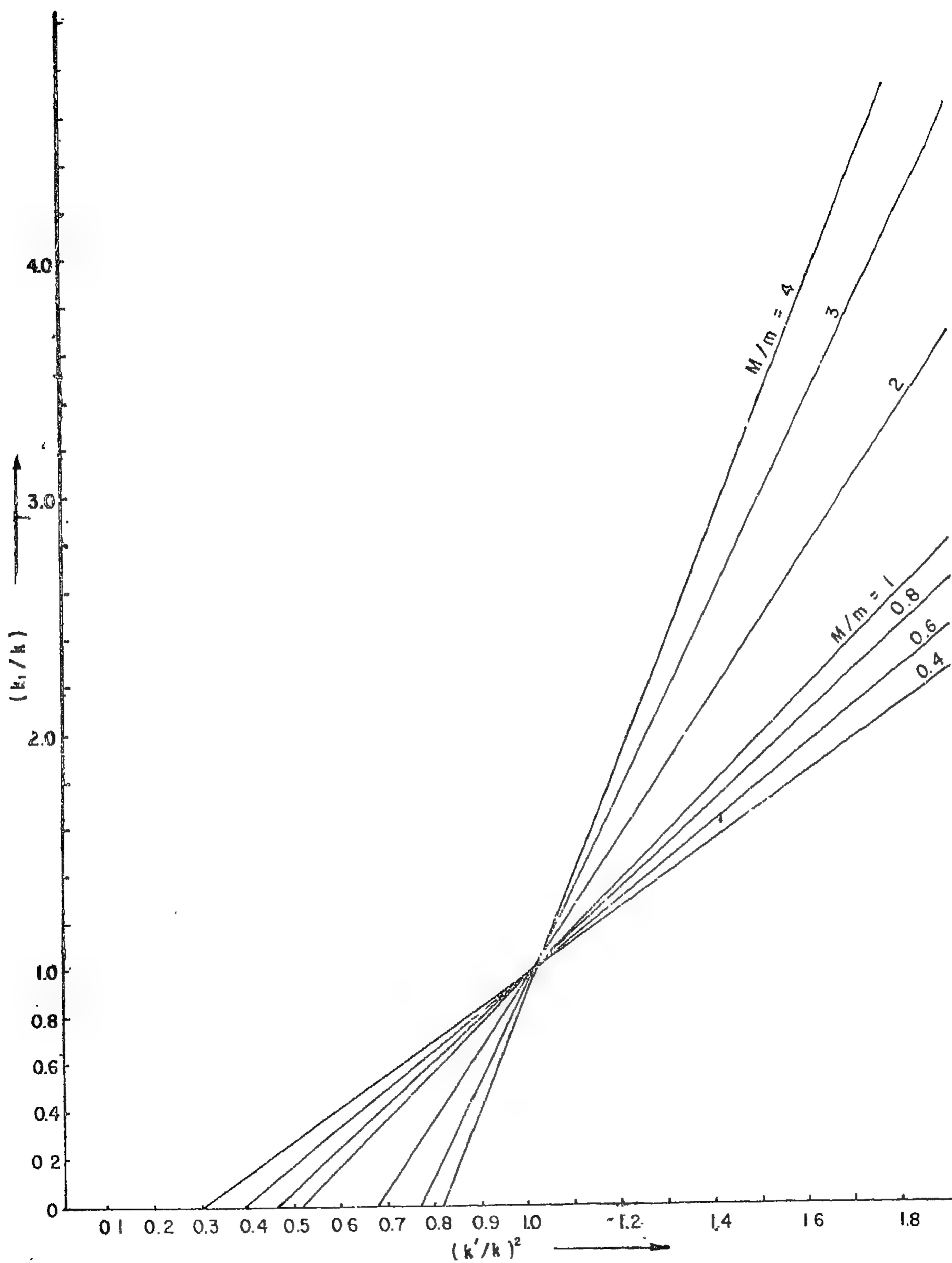
3 — Special case :

When point  $C$  is inside the circle,  $k'$  can be taken equal to  $k$  by drawing the line  $CD$  parallel to  $QP$ , fig. (5), to meet the circle in  $D$ . Here the distance  $x$  is to be measured from the drawing and  $y$  is the arbitrary parameter.



(Fig. 5)





(Fig. 3)

*Nomenclature :*

$M$	mass of the floating link whose C.G. lies on the axis.
$m$	mass to be added to the link.
$m_1$ & $m_2$	Kinetically equivalent masses to the modified link.
$G$	Center of gravity of the link.
$G_1$	Center of gravity of the mass to be added.
$G'$	Center of gravity of the modified link.
$I$	Polar mass moment of inertia of the link about $G$ .
$I_1$	Polar mass moment of inertia of the added mass about $G_1$ .
$I'$	Polar mass moment of inertia of the modified link about $G'$ .
$k$	radius of gyration of the link about $G$ .
$k_1$	radius of gyration of the added mass about $G_1$ .
$k'$	radius of gyration of the modified link about $G'$ .
$B$	Balancing weight.

*Method :*

This method is based on modifying the shape of the floating link so that it will be possible to replace the link by two kinetically equivalent masses  $m_1$  and  $m_2$  at points  $P$  and  $Q$

respectively, fig. (1), and as it is generally possible to make complete balance for the two masses  $m_1$  and  $m_2$  by the balancing weights  $B_1$  and  $B_2$  respectively,<sup>(1,2,3,4)</sup> thus complete balance for the floating link can be attained by the addition of rotating balancing weights.

*Procedure for applying the above method :*

1 — If the center of gravity of the link does not lie on the line of bearings centers  $PQ$ , the shape of the link should be altered so that the C.G. lies on the center line  $PQ$ .

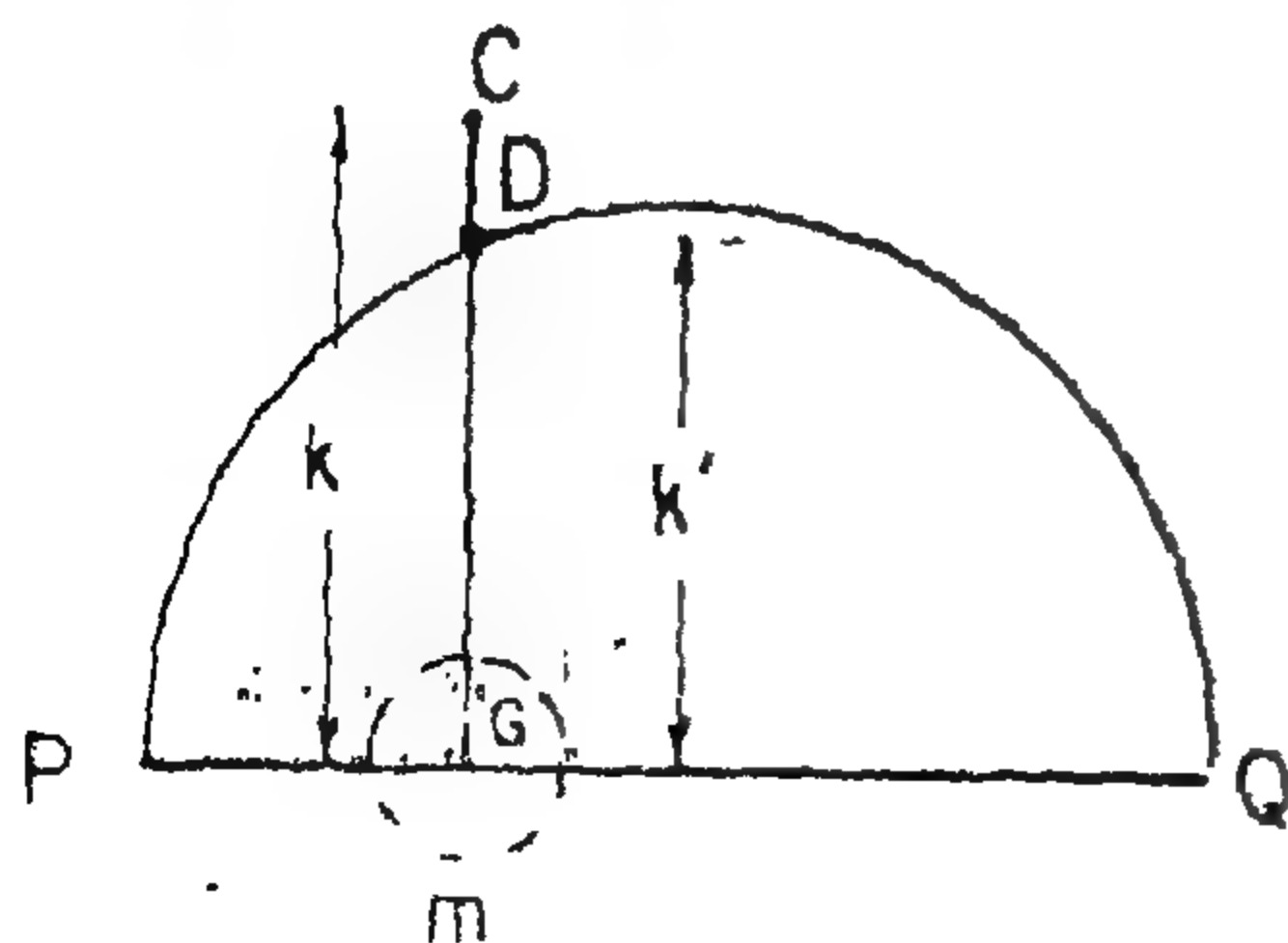
2 — Calculate the mass of the link  $M$ , and its polar mass moment of inertia  $I$  about an axis through its C.G. perpendicular to the plane of motion of the link. Determine its radius of gyration  $k$  from the relation

$$I = M k^2.$$

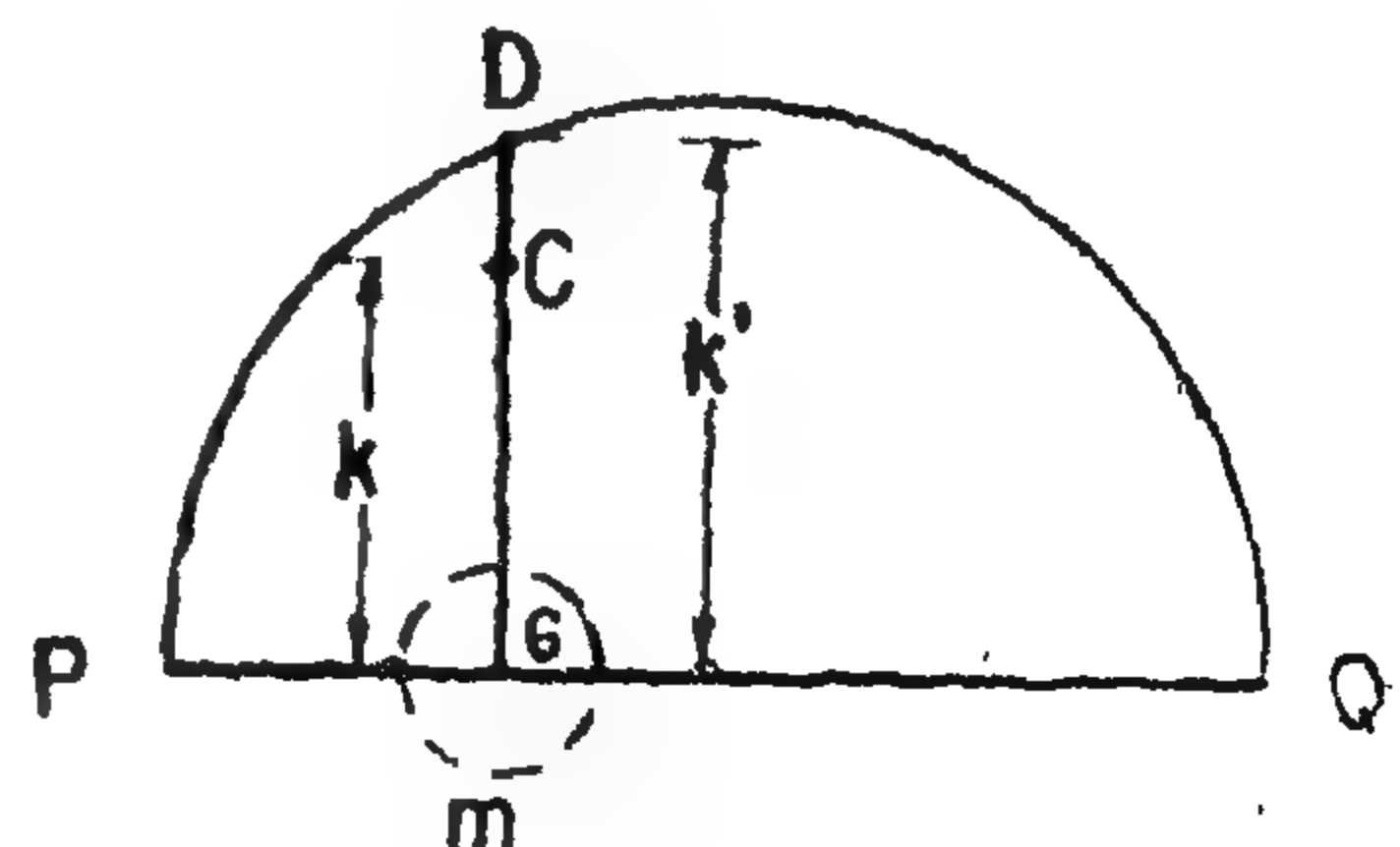
*A — Applying the method without altering the position of the C.G. of the link.*

3 — Draw half a circle on  $PQ$  as a diameter, Fig. (2), then draw the line  $GC$  perpendicular to  $PQ$ , to represent  $k$ , let the point of intersection of the line  $GC$  with the circle be  $D$ , Fig. 2 (a) and (b). Then  $GD$  will represent the radius of gyration  $k'$  of the modified link which can be replaced by two kinetically equivalent masses at  $P$  and  $Q$ . (Note  $k'$  can be calculated from the relation.

$$\overline{GD}^2 = PG \times QG.$$



(a)



(b)

Fig. 2

# BALANCING THE FLOATING LINK OF FOUR BAR MECHANISMS HAVING TURNING PAIRS, WITH ROTATING BALANCING WEIGHTS

By

Dr. M. Y. M. AFIFY\*

## SUMMARY

The object of this paper is to show that it is possible to make complete balance for the floating link of the four bar mechanism having turning pairs by rotating balancing weights. The method can also be applied for complete balance of floating links of compound mechanisms which are formed of this four bar mechanism.

## INTRODUCTION

Present-day designs of mechanisms show trend towards increased operating speeds so it is of great importance to make balance for all the links of the mechanism, as it is well known that the unbalanced forces are the source of forced vibrations in the frame and in the foundation supporting the frame and this vibrations will cause fatigue, noise, etc... The balancing procedures for rotating and reciprocating parts are well treated in texts by Hartman,<sup>(1)</sup> Shigley,<sup>(2)</sup> Hannah,<sup>(3)</sup> Bevan.<sup>(4)</sup> Also an investigation by Berkof<sup>(5)</sup> had been carried out to attain complete balance for simple linkage as a whole but, of course, balancing of the mechanism as a whole i.e. balancing its C.G. does not eliminate the cyclic rocking moment acting on the frame due to the equal but opposite components acting at the linkage supports as stated by Joseph Ku.<sup>(6)</sup> Again this shaking moment may actually be greater than that of the unbalance case.

In this paper a new method is suggested for balancing each link of the four bar mechanisms having turning pairs, which can be used for balancing of compound mechanisms composed of this kinematic four bar chain, and thus eliminating the dynamic reactions at the supports of the mechanism and

consequently eliminate the cause of vibration of the frame.

Any four bar mechanism with lower turning pairs, Fig. (1), is composed of two rotating links  $OP$  and  $O_1Q$  and a floating link  $PQ$ . Complete balance of the rotating links  $OP$  and  $O_1Q$  can be easily done by the addition of balancing weights  $B'$  and  $B''$ .<sup>(1,2,3,4)</sup>

The new suggested method is to show how to make balance for the floating link  $PQ$  with rotating balancing weights.

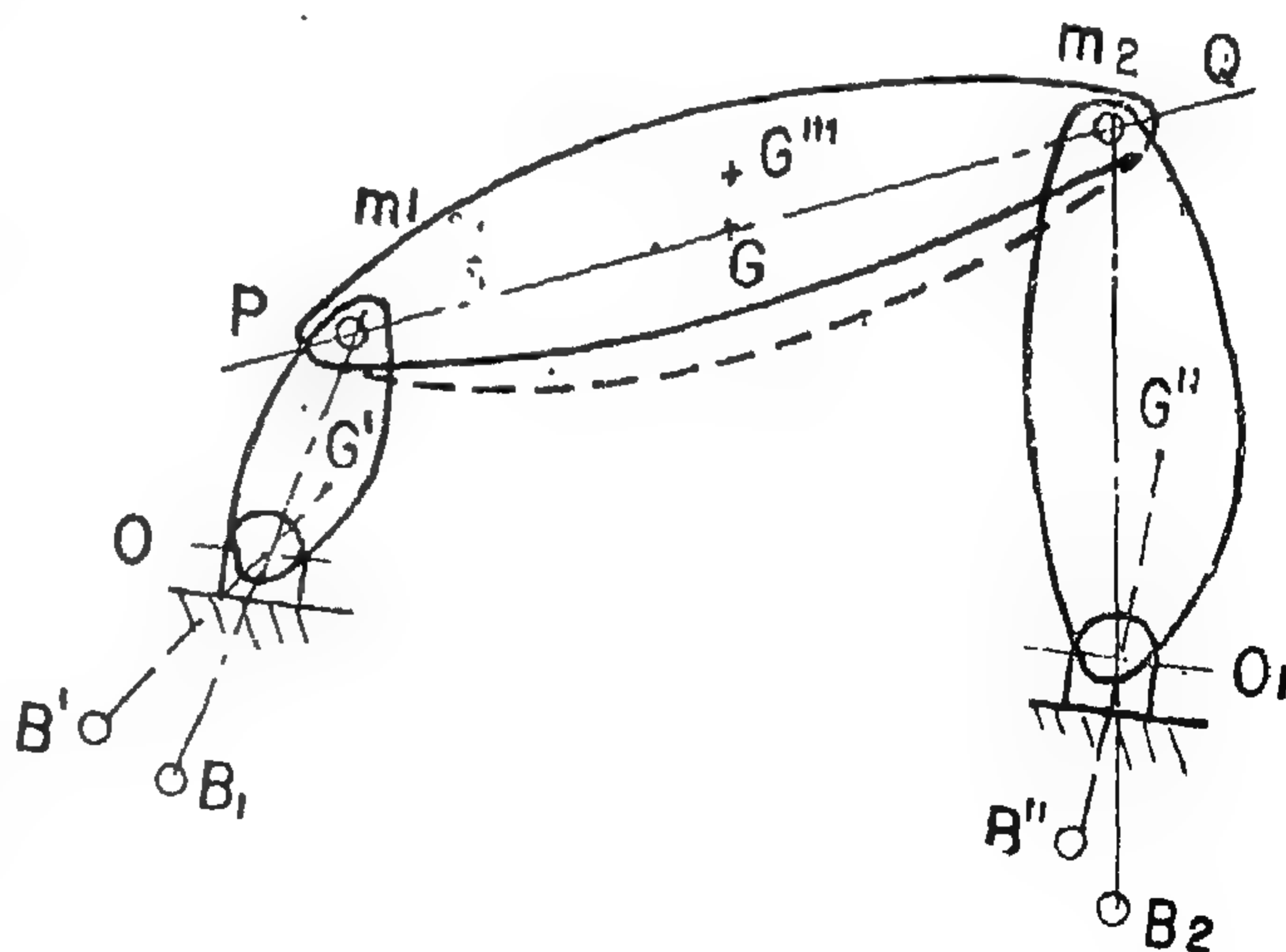


Fig. 1





## EDITING COMMITTEE

Prof. Dr. AHMED A. EL-ERIAN

*Editor in Chief*

Prof. Dr. OSSAMA EL-KHOLY

Eng. EZZ EL-DIN FARAG

Prof. Dr. MOHAMED FAHIM SAKR

Eng. MEDHAT EL-ALAYLY

Prof. Dr. YAHIA M. EL-AGAMAWI

*Editors*

Eng. IBRAHIM ASSAF

*Treasurer*

## **INFORMATION**

- The editors welcome for publication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretariat at the address of the Engineering Society at Cairo.

## **SUBSCRIPTIONS**

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T. 60 per annum.

Subscription for others P.T. 200 per annum.

## **HEAD OFFICE**

Egyptian Society of Engineers,

28, Ramses Avenue, Cairo.

Tel. 52106

## **ADVERTISEMENTS**

*Sole agents for advertisements appearing in this periodical.*

Moassasset Misr for Printing and Publication.

19, Str., Souk El Tawfikieh, Cairo.

Tel. 72192



# JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS U.A.R.

QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS

ISSUED BY

THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS—U.A.R., CAIRO

Vol. 1X — No. 4 October-November-December 1970

## C O N T E N T S

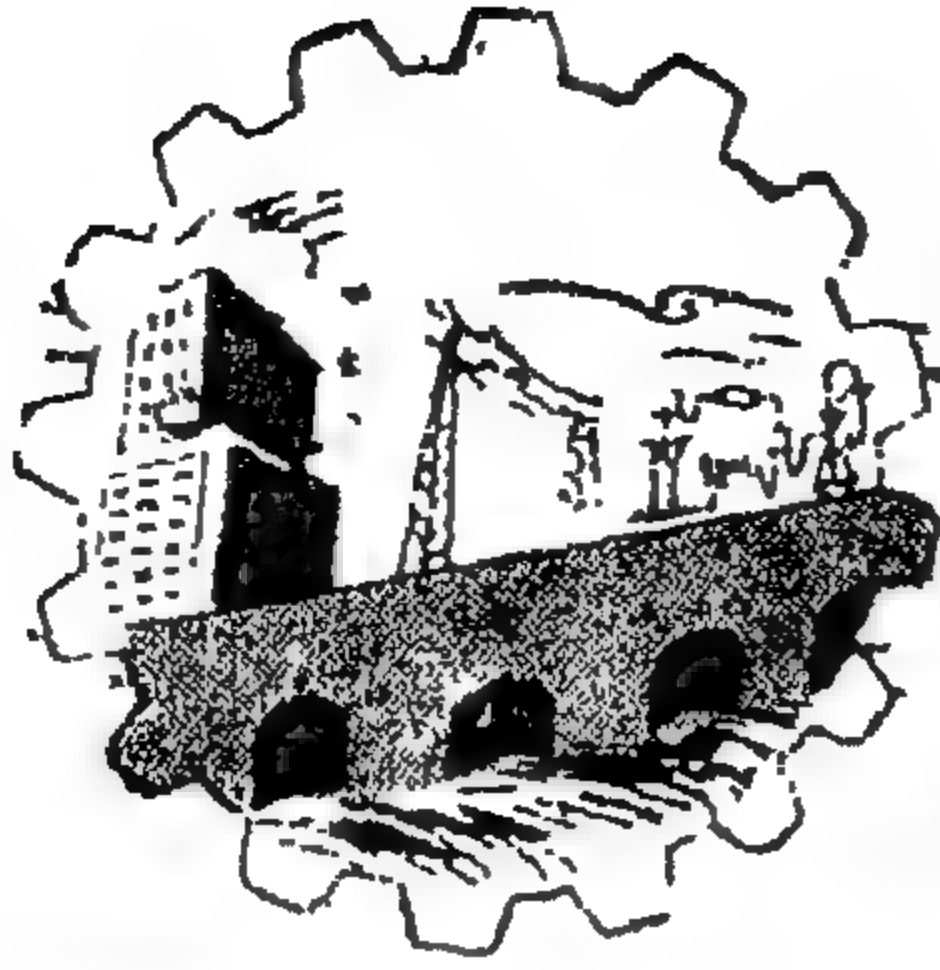
### ENGLISH SECTION

	<i>Page</i>
Balancing the floating link, of four bar mechanisms. Dr. M. Y. M. AFIFY ... ..	7
A Project of a wind power generating station on the Red Sea Coast. Dr. M.F. ABDEL-AZIZ ... ..	15
Automatic electric Power dispatching. Dr. MEDHAT A. NASR ... ..	21
Brittle fracture of Locally Produced Shipbuilding. Dr. YEHA KABIL, Eng. AHMED FARAHAT ... ..	30
Investigation of the Fluidization Dynamics, Attrition and Elutriation of iron Pyrites in the Fluidised State. Dr. M.M. EL-HALWAGI, Dr. G.A. KOLTA, A. ABD EL-HAMID ... ..	41
Strain Ageing of Zone Refined Niobium. Dr. A.M. OMAR ... ..	49
Coordination of High Voltage insulation using long duration impulse waves. Dr. ASSAAD ZEITOUN ... ..	59
Factors Affecting the Permeability of filter Cakes. Dr. M.Z. HATHOUT, M.F. CHALABI, M.M. EL-GINDY ... ..	70

### ARABIC SECTION

Iron and Nineteenth Century, Architecture. Dr. Eng. ESSAM EL DIN A. BADR Dr. Eng. MOHAMED SAMY EL SHAFIE }	7
Acetylene, Its Manufacture, Handling and Safety. Eng. AHMED ALI OMAR ... ..	17

“Mondiale” Press—Cairo



JOURNAL OF  
THE EGYPTIAN SOCIETY  
OF ENGINEERS  
U. A. R.

October-November-December 1970

Vol. IX

No. 4











